

TUGAS SARJANA
KONSTRUKSI DAN MANUFAKTUR
ANALISA NUMERIK PADA BRAKET BAJA DENGAN
VARIASI KETEBALAN

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh :

NAMA : HANDOKO

NPM : 1307230054



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

ABSTRAK

Bracket adalah sebuah alat penyangga body plat pada kapal , yang biasanya dipasang didinding, pilar (tiang), dan Dak (langit-langit). Braket baja ini mampu menahan beban yang lebih berat darinya, dengan menggunakan plat baja yang telah di modifikasi sedemikian rupa agar terlihat menarik saat di pasang pada bagian plat body dalam kapal. Secara umum braket pada dasarnya mengurangi momen tekanan yang terjadi pada setiap sudut atau block , perbedaan terletak pada plate ketebalan braket , alat ini pun memiliki variasi dalam bentuknya yakni ketebalan dan dapat menopang beban yg sangat berat. Sehingga hal ini mempengaruhi kualitas braket baja , persoalan perancangan dapat diselesaikan dengan cara matematis dan numeric dengan software ansys, dalam penelitian analisa numerik braket baja dengan tegangan yg di hasilkan ketebalan yang bervariasi .Ketebalan 20 mm dan Daya 10.000 N dapat di hasilkan $4.617e6 \text{ N/mm}^2$ dan Ketebalan 22 mm Daya 10.000 N di hasilkan tegangan $4.5262e6 \text{ N/mm}^2$ dan Ketebalan 24 mm Daya 10.000 N dihasilkan tegangan $7.7423e6 \text{ N/mm}^2$ simulasi melalui software ansys workbenck.

Kata kunci. Bracket, Analisis Elemen Hingga

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan untuk mengembangkan suhu rendah dan kekuatan yang tinggi pengecoran baja untuk struktur lepas pantai telah meningkat sejalan dengan pengembangan sumber daya berkembang di daerah-daerah, seperti Samudra Pasifik. Braket digunakan untuk kapal atau struktur bentuk biasanya "L" atau "T" berbentuk, dan bekas sebagai pelengkap struktur untuk mengakomodasi menekankan konsentrasi di sudut dimana kolom memenuhi, atau dimana balok dan Sebuah bersegi tiga bentuk terjadi. Untuk Besar braket itu akhir bagian dirancang menggunakan kurva untuk mengurangi gangguan, berat, dan menekan.

Sebuah braket untuk kapal dan struktur diproduksi dalam bentuk simulasi. Ketika penguatan diperlukan, plate, flange, dan sisi pengaku dilas ke braket. Ketebalan braket pada dasarnya ditentukan oleh, balok, atau plate. Ketebalan braket biasanya ditentukan oleh ketebalan pelat dari bahan dasar. Braket menghubungkan Untuk itu balok atau kolom. Untuk Itu braket built-up ketebalan mengatur bentuk optimasi mengingat tekanan adalah sulit.

Secara umum braket pada dasarnya mengurangi momen tekanan yang terjadi pada setiap sudut atau block, perbedaan terletak pada plate ketebalan braket. Oleh karena itu, untuk menghasilkan bentuk braket optimal untuk struktur lepas pantai yang membutuhkan kontrol berat braket dan pemanfaatan ruang yang efisien, maka

perlu untuk merancang suhu rendah, kekuatan tinggi, rendah karbon bahan baja Untuk standar mengurung kapal struktur, sebagai gantinya dari built-up .

Memilih 3 benda kerja braket baja dengan variasi ketebalan yang berbeda dan membangun 3 model fem (finite elemen method) braket dengan menggunakan software catia dan menganalisa uji tekan dengan bervariasi ketebalannya dan mengevaluasi kekuatan pada braket baja dengan variasi ketebalan menggunakan software ansys.

1.2 Rumusan Masalah

Sehubungan dengan judul tugas akhir ini maka perumusan masalah yang diperoleh dalam tugas sarjana ini adalah :

1. Bagaimana evaluasi kekuatan pada braket baja dengan ketebalan bervariasi

1.3 Batasan Masalah

karena luasnya jangkauan permasalahan dalam menganalisa braket baja dengan variasi ketebalan maka perlu adanya pembatasan masalah, adapun batasan masalah dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui equivalent stress dan directional deformasi dengan variasi ketebalan dengan software (ANSYS)
2. Untuk mengevaluasi equivalent stress dan directional deformasi variasi ketebalan

1.4 Tujuan Khusus

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

- a) Untuk memilih 3 braket baja yang akan di analisa

- b) Untuk menggambar 3 braket dengan variasi ketebalan dengan menggunakan software catia.
- c) Untuk menganalisa equivalent stress dan directional deformasi menggunakan software finite element (ANSYS).
- d) Untuk mengevaluasi kekuatan braket dengan variasi ketebalan

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan braket dengan ketebalan yang berbeda agar dapat mengetahui dengan ketebalan yang terbaik dengan kekuatan yang maksimum agar dapat mengetahui dari ketiga model braket yang terbaik dalam pemilihan beban yang berikan

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan yang di buat adalah :

Bab 1 : menjelaskan mengenai latar belakang , tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, sistematika penulisan.

Bab 2 : menjelaskan mengenai tinjauan pustaka yang berisi mengenai teori singkat dari penelitian .

Bab 3 : menjelaskan mengenai metode penelitian.

Bab 4 : menjelaskan mengenai data dan analisis pada penelitian.

Bab 5 : menjelaskan mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Braket Baja

Bracket adalah sebuah alat penyangga body plat pada kapal, yang biasanya dipasang didinding, pilar (tiang), dan Dak (langit-langit).

Braket baja ini mampu menahan beban yang lebih berat darinya, dengan menggunakan plat baja yang telah di modifikasi sedemikian rupa agar terlihat menarik saat di pasang pada bagian plat body dalam kapal.

Bahkan, alat ini pun memiliki variasi dalam bentuknya yakni ada yang besar dan kecil dan dapat menopang beban yg sangat berat. Sehingga hal ini mempengaruhi kualitas braket baja

Ciri-ciri braket baja antara lain :

- Memiliki sudut siku yg melekat pada dinding body dalam kapal
- Distribusi mampu menahan beban yg lebih besar dari braket tersebut
- Kemampuan pembebanan yg sangat besar
- Gaya aksial lebih besar sehingga memerlukan bantalan aksial dan braket yang kokoh

Struktur berlapis baja banyak digunakan pada sistem struktur seperti kapal dan platform lepas pantai. Mereka terdiri dari piringPanel yang didukung oleh balok anggota seperti balok longitudinal, Bingkai melintang dan penguas. Sebagai anggota pendukung iniCenderung berubah bentuk ke samping, kurung dipasang

untuk mencegah lateral tekuk torsi atau "Tersandung". *S. Lyakhovich, M. Peddie, A. Sharapov. (2017)*

Dilakukan eksperimen dan penelitian analitik bekerja pada pelat braket mempertimbangkan baik nonlinier material maupun geometrik. Dipastikan bahwa menghasilkan sepanjang tepi bebas biasanya terjadi sebelumnya untuk tekuk dan distribusi tekanan kontak antara balok dan braket berbentuk segitiga dengan tekanan puncak di tepi bebas braket di tekuk. Disimpulkan bahwa jumlah kekuatan post-tekuk sehingga batas beban hampir dua kali lipat beban kritis. Hasil dari semua penelitian menawarkan wawasan yang berguna mengenai desain kurung baja. Untuk yang terbaik dari pengetahuan penulis, bagaimanapun, adalah jumlah terbatas. Penelitian telah dilakukan baik pada kapasitas pembawa muatan dari braket atau kekuatan utama mereka (*K. N. Cho, W. I. Ha, C. D. Jang & S. J. Kang 1991*)

2.2 Fungsi Braket

Konstruksi bangunan mesin adalah susunan dari part-part yang digabungkan membentuk satu kesatuan dengan menggunakan berbagai macam penyanggah yang kokoh. Adapun fungsi braket baja antara lain:

1. Untuk menghemat ruangan Bracket memungkinkan dapat menempatkan beban berat plat di sela-sela ruang, baik itu ruangan sempit maupun ruangan yang lebar. Sehingga, jika ruangan sangat terbatas bisa menghemat bagian ruangan yang bisa digunakan.

2. Dapat berpindah tempat Bracket sangat fleksibel untuk digunakan, pemasanganya hanya cukup dengan mur dan baut. Sehingga, jika alat itu akan dipindahkan dari satu tempat ke tempat yang lain sangatlah mudah. Hanya dengan melepaskan baut-buat yang sudah terpasangan, alat ini bisa dipindahkan dan dipasang kembali sesuai dengan tempat yang di inginkan, dengan tanpa merusak bagian manapun alat tersebut

3. sebuah alat penyangga yang bisanya dipasang didinding, pilar (tiang), dan dak (langit-langit). Dengan hanya menggunakan beberapa baut yang di pasang diantara alat tersebut. Alat ini mampu menahan beban yang lebih berat darinya, dengan menggunakan plat baja yang telah di modifikasi sedemikian rupa agar terlihat menarik saat di pasang dengan plat ,oleh sebab itu braket sangat berperan penting sebagai penopang mesin plat dan lain lain dan sebagai benda penahan getaran pada mesin.

2.3 Macam - macam braket

2.3.1 braket kaliper sepeda motor

Kaliper rem merupakan bagian sistem rem yang tugasnya mencengkram disc motor adatu piringan cakram yang menyatu roda sehingga putaran roda bisa berhenti. Sistem kerjanya tergantung dari tekanan hidrolik master cakram. Tekanan hidrolik ini akan menekan piston dan kampas rem sehingga akan menjepit cakram. Kaliper rem terdiri dari komponen chasing, piston, serta bantalan rem/kampas rem. Piston

biasanya dibuat dari aluminium atau besi berlapis hard chrome. Ada dua tipe kaliper, terapung atau tetap. Kaliper tetap tidak bergerak relatif terhadap cakram. Tipe ini menggunakan satu atau banyak piston untuk menekan masing-masing sisi piringan cakram. Kaliper terapung (atau disebut kaliper sliding) bergerak searah dengan cakram. Sebuah piston pada satu sisi cakram mendorong kampas rem dalam hingga membuat sentuhan dengan permukaan piringan cakram. Kemudian mendorong bodi kaliper dengan bantalan rem luar sehingga tekanan terjadi pada kedua sisi piringan cakram.



Gambar 2.1 :Braket kaliper cakram sepeda motor

2.3.2 braket televisi

Bracket sebuah alat penyangga televisi plat, yang bisanya dipasang didinding, pilar (tiang), dan Dak (langit-langit). Dengan hanya menggunakan beberapa skrup baut yang di pasang diantara alat tersebut. Alat ini mampu menahan beban yang lebih berat darinya, dengan menggunakan plat baja yang telah di modifikasi sedemikian

rupa agar terlihat menarik saat di pasang dengan televisi plat. Bahkan, alat ini pun memiliki variasi dalam bentuknya yakni ada yang bisa digerakan kekiri atau kekanan dan keatas atau kebawah.



Gambar 2.2 :Braket televisi

2.3.3 braket mesin mobil

braket mesin adalah bagian yang menahan mesin di mobil di mobil biasamesin dan transmisi dilipat bersamaan dan dipegang di tempat oleh tiga atau empat tunggangan. Mount yang menahan transmisi disebut mount transmisi, yang lain disebut sebagai engine mounts. Salah satu bagian dari mesin dipasang melesat ke bodi mobil atau rangka. Bagian lainmemegang mesinpasangan mesinPemasangan mesin. Mesin adalah sumber getaran, karena memiliki banyak bagian yang bergerak dan berputar. Salah satu pekerjaan utama dari sebuah engine mount adalah mengurangi getaran mesin yang dirasakan di dalam mobil. Tunggangan mesin diisi

dengan karet sehingga tidak ada kontak metal-to-metal langsung antara mesin dan bodi mobil. Untuk lebih meredam getarannya, beberapa tunggangan mesin diisi dengan cairan. Sebuah mesin mengisi penuh cairan bertindak seperti shock absorber.



Gambar 2.3 :Braket mesin mobil

2.3.4 braket pendukung mesin

Tunggangan mesin adalah balok karet yang dipasang pada kurung baja yang dilesat ke tempatnya untuk menunjang mesin dan mengurangi jumlah getaran dan suara mesin yang dirasakan dan terdengar di kompartemen penumpang. Biasanya ada tiga atau empat. Jika karet itu padam atau retak, atau jika braket baja pecah, gejala yang umum adalah getaran mesin lebih atau gerakan di bawah throttle dan lebih banyak suara. Mesin bahkan bisa bergerak beberapa inci atau lebih saat tunggangan dipatahkan.



Gambar 2.4 :Braket support engine

2.3.5 braket mesin kapal

braket mesin padal adalah penopang atau penyanggah motor kapal yg terdapat pada bagian kapal terletak di bawah bodi kapal . sangat pentingan braket tersebut pada bagian kapal .seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.5 :Braket mesin kapal

2.4 Perancangan Braket

Kemiringan braket dirancang sebagai kombinasi dari kurva melingkar dan garis lurus untuk transfer efisien dan Dari itu menekankan untuk mengurangi ukuran ., Di sebuah Permanen Desain Sebuah Bentuk-L sering bekas setelah pemotongan itu menghadapi pembengkokan tepi, tetapi tidak umum bekas untuk di lepas pantai struktur, yang memiliki banyak menekankan konsentrasi poin dan relatif lebih besar pekat beban. Imemiliki lebih tebal menghadapi tekanan dan sisi pengaku tergantung pada distribusi dari menekankan kerja berdasarkan pada dasar bentuk dari itu membangun mengurung dan koneksi antara kurva dan lurus bagian dirancang untuk lembut mengacu untuk bagian dari bentuk dari bentuk datar. Sebuah digulung Bentuk membutuhkan kurang pengelasan dari built-up , dan itu ketebalan bisa menjadi meningkat, sebuah bentuk memiliki keuntungan dari menurunkan pabrik biaya dan lebih baik massa produksi dibandingkan untuk membuang baja, tapi itu bergulir proses memiliki kesulitan di memproduksi berbeda kurva dan menyesuaikan itu ketebalan.

Untuk penyesuaian ketebalan, metode yang digunakan untuk menghitung stres diinduksi setelah menghitung modulus penampang (Z , b adalah panjang horizontal struktur persegi dan h adalah panjang vertikal struktur persegi) dari struktur persegi dijelaskan dalam pers. (perbedaan dalam distribusi tegangan pada setiap mesh dan momen lentur (M). Metode lain yang melibatkan penerapan untuk kedua ujung wajah tekanan dan sisi pengaku dicoba untuk optimasi, dan diverifikasi menggunakan

ANSYS Finite Elemen Method (FEM) perangkat lunak analisis. Di rumuskan sebagai berikut :

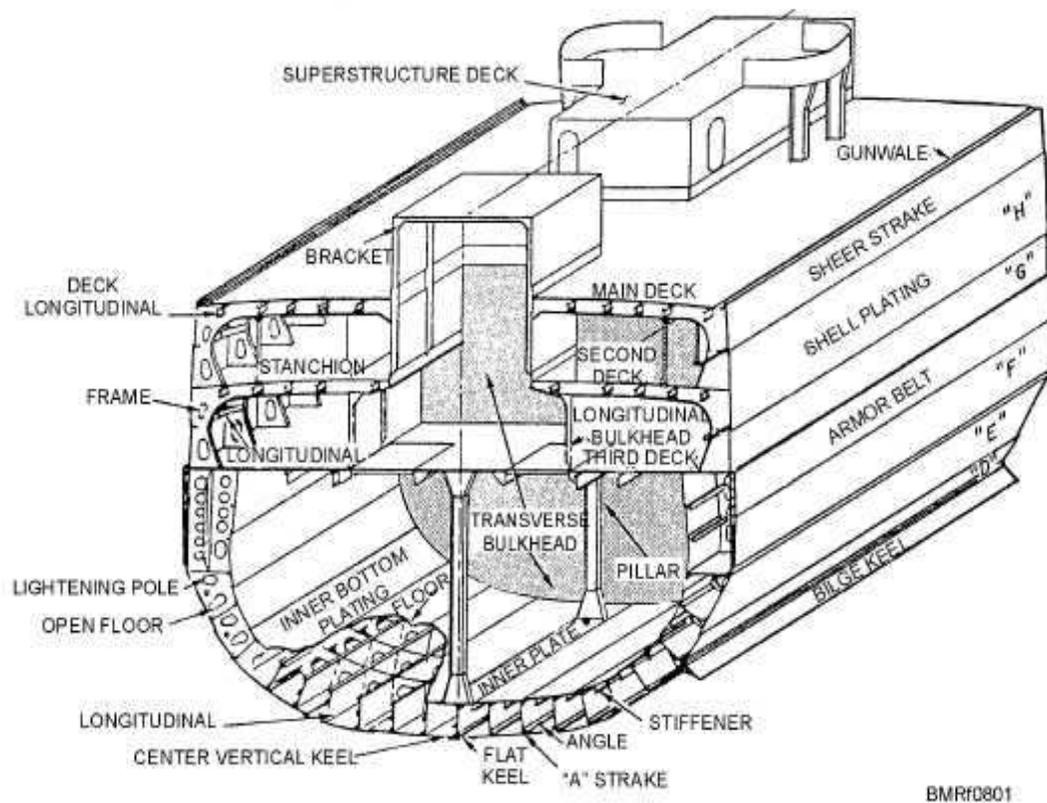
$$\sigma = M/Z \quad (2.1)$$

σ = tegangan stress

M = Momen lentur

Z = panjang horizontal

posisi penempatan braket yang akan di pasang di dinding bodi kapal dengan sesuai penelitian ,pada posisi braket tersebut braket akan berfungsi sebagai penyangga bodi kapal .



Gambar 2.6 .posisi braket

2.5 Struktur Baja

Baja adalah seluruh macam besi yang dengan tidak dikerjakan terlebih dahulu lagi, sudah dapat di tempa. Baja adalah bahan yang serba kesamaannya tinggi, terdiri terutama dari Fe dalam bentuk kristal dan C. Pembuatannya dilakukan sebagai pembersihan dalam temperature yang tinggi dari besi mentah yang didapat dari proses dapur tinggi. Baja adalah besi mentah tidak dapat ditempa.

paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (crystal lattice) atom besi, penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). (Van Vlack, L, H, (1994).

Tabel 2.1 Tabel struktur baja

Tabel 1. Properti Mekanik Beberapa Bahan Material Konstruksi

| Material | Berat Jenis (BJ) (kg/m ³) | Modulus Elastis (MPa) | Kuat (MPa) | | Rasio Kuat - BJ (1E+6 * 1/mm) |
|--------------|--|--------------------------|------------|-----------|----------------------------------|
| | | | Leleh | Ultimate | |
| Serat karbon | 1760 | 150,305 | - | 5,650 | 321 |
| Baja A 36 | 7850 | 200,000 | 250 | 400 – 550 | 5.1 – 7.0 |
| Baja A 992 | 7850 | 200,000 | 345 | 450 | 5.7 |
| Aluminium | 2723 | 68,947 | 180 | 200 | 7.3 |
| Besi cor | 7000 | 190,000 | - | 200 | 2.8 |
| Bambu | 400 | 18,575 | - | 60* | 15 |
| Kayu | 640 | 11,000 | - | 40* | 6.25 |
| Beton | 2200 | 21,000 – 33,000 | - | 20 – 50 | 0.9 – 2.3 |

* Rittironk and Elmeiri (2008)

1. Terdapat 3 macam besi mentah:

- a. Besi mentah putih
- b. Besi mentah kelabu
- c. Besi mentah bentuk antar

2. Proses pembuatan baja:

- a. Proses Bessemer
- b. Proses Thomas
- c. Proses martin
- d. Proses dengan dapur elektro
- e. Proses dengan mempergunakan koi
- f. Proses aduk (*proses puddle*).

3. Sifat-sifat umum dari baja :

sifat-sifat dari baja yaitu teristimewa kelakuannya dalam berbagai macam keadaan pembebanan atau muatan terutama tergantung cara meleburnya

- a. Macam dan banyaknya logam campuran
- b. Cara (proses) yang di gunakan waktu pembuatannya

- c. Dalam proses pembuatan baja maka logam campuran baja sebagian sudah ada dalam bahan mentah itu namun masih perlu di tambahkan pada waktu pembuatan baja seperti : C, Mn, Si termasuk bahan utama S dan P.
4. Sifat-sifat utama baja untuk dapat dipergunakan sebagai bahan bangunan
- a. Keteguhan (*solidity*) artinya mempunyai ketahanan terhadap tarikan, tekanan atau lentur.
 - b. Elastisitas (*elasticity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dalam batas – batas pembenan tertentu, sesudah. Sesudahnya pembebanan ditiadakan kembali ke bentuk semula.
 - c. Kekenyalan atau keliatan (*tenacity*) artinya kemampuan atau kesanggupan untuk dapat menerima perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian – kerugian berupa cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam jangka waktu yang pendek.
 - d. Kemungkinan ditempa (*malleability*) sifat dalam keadaan merah pijar menjadi lembek dan plastis sehingga dapat dirubah bentuknya.
 - e. Kemungkinan dilas(*weldability*) artinya sifat dalam keadaan panas dapat digabungkan satu sama lain dengan memakai atau tidak memakaibahan tambahan, tanpa merugikan sifat–sifat ketanguhannya.
 - f. kekerasan (*hardness*)kekuatan melawan terhadap masuknya benda lain.

2.6 Sifat Material

Sifat mekanik sangat di pengaruhi oleh struktur logam, misalnya suatu paduan logam atau paduan (dengan komposisi kimia tertentu) akan mempunyai sifat mekanik material yang berubah dan berbeda bila struktur mikronya berubah. Dan

mempengaruhi kekerasan atau keuletan pada benda kerja.(Tae-Won Kim, Sang-Sub Lim, Ho-Hyun Seok and Chung-Gil Kang.2013)

2.6.1. Hukum Hooke (*Hooke's Law*)

Biasanya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut "*Ultimate Tensile Strength*" disingkat dengan UTS, dalam bahasa Indonesia disebut tegangan tarik maksimum. Hubungan tegangan regangan di ditampilkan dalam bentuk kurva/grafik



Gambar 2.7 Diagram *Hooke*

rasio tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) adalah konstan *Stress* adalah beban dibagi luas penampang bahan dan *strain* adalah pertambahan panjang dibagi panjang awal bahan.

Equivalent Stress:

$$\sigma = F/A \quad (2.2)$$

F: gaya tarikan,

A: luas penampang

Equivalent Strain:

$$\varepsilon = \Delta L / L \quad (2.3)$$

ΔL : penambahan panjang,

L : panjang awal

Hubungan antara stress dan strain dirumuskan:

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (2.4)$$

σ = tegangan

ε = regangan

Deformasi total :

$$e(\%) = [(L_f - L_0) / L_0] \times 100\% \quad (2.5)$$

L_f = panjang akhir benda uji

L_0 = panjang awal benda

Perhitungan luas penampang segitiga:

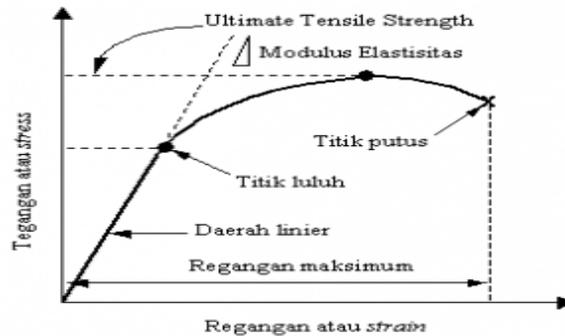
$$L = \frac{1}{2} \times a \times t \quad (2.6)$$

a = alas

t = tinggi

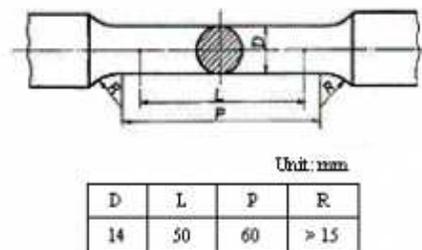
Untuk memudahkan pembahasan, kita modifikasi sedikit dari hubungan antara gaya tarikan dan penambahan panjang menjadi hubungan antara tegangan dan regangan (*stress vs strain*). Selanjut yang merupakan kurva standar ketika melakukan eksperimen uji tarik. E adalah gradien kurva dalam daerah linier, dimana

perbandingan tegangan (σ) dan regangan (ϵ) selalu tetap. E diberi nama “*Modulus Elastisitas*” atau “*Young Modulus*”. Kurva yang menyatakan hubungan antara *strain* dan *stress* seperti ini kerap disingkat kurva SS (*SS curve*). Kurva SS yang di sebutkan dalam pembahasan ini di tampilkan pada gambar 2.4.



Gambar 2.8. kurva tegangan - regangan (*stress vs strain*)

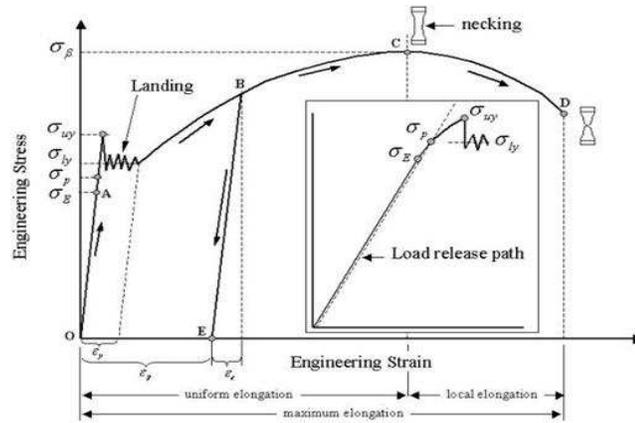
Bentuk bahan yang diuji, untuk logam biasanya dibuat *spesimen* dengan dimensi seperti pada Gambar 2.5 berikut.



Gambar 2.9. Dimensi spesimen uji tarik (JIS Z2201).

Perubahan panjang dari spesimen dideteksi lewat pengukur regangan (*strain gage*) yang ditempelkan pada spesimen seperti diilustrasikan pada gambar 2.5. Bila pengukur regangan ini mengalami perubahan panjang dan penampang, terjadi perubahan nilai hambatan listrik yang dibaca oleh detektor dan kemudian dikonversi

menjadi perubahan regangan. Kurva hasil pengujian pada contoh material diatas dilampirkan pada gambar 2.11 dibawah ini.



Gambar 2.10. Profil data hasil uji Tarik

a. Batas elastic σ_E (*elastic limit*)

Dinyatakan dengan titik A. Bila sebuah bahan diberi beban sampai pada titik A, kemudian bebannya dihilangkan, maka bahan tersebut akan kembali ke kondisi semula (tepatnya hampir kembali ke kondisi semula) yaitu regangan “nol” pada titik O . Tetapi bila beban ditarik sampai melewati titik A, hukum Hooke tidak lagi berlaku dan terdapat perubahan permanen dari bahan. Terdapat konvensi batas regangan permamen (*permanent strain*) sehingga masih disebut perubahan elastis yaitu kurang dari 0.03%, tetapi sebagian referensi menyebutkan 0.005%. Tidak ada standarisasi yang universal mengenai nilai ini.(*Yongyao Luo, Zhengwei Wang, Guodong Chen , Zujian Lin. 2009*)

b. Deformasi plastis (*plastic deformation*)

Yaitu perubahan bentuk yang tidak kembali ke keadaan semula. . yaitu bila bahan ditarik sampai melewati batas proporsional dan mencapai daerah *landing*.

c. Tegangan luluh atas σ_{uy} (*upper yield stress*)

Tegangan maksimum sebelum bahan memasuki fase daerah *landing* peralihan deformasi elastis ke plastis.

d. Tegangan luluh bawah σ_{ly} (*lower yield stress*)

Tegangan rata-rata daerah *landing* sebelum benar-benar memasuki fase deformasi plastis. Bila hanya disebutkan tegangan luluh (*yield stress*), maka yang dimaksud adalah tegangan ini.

e. Regangan luluh ϵ_y (*yield strain*)

Regangan permanen saat bahan akan memasuki fase deformasi plastis.

f. Regangan elastis ϵ_e (*elastic strain*)

Regangan yang diakibatkan perubahan elastis bahan. Pada saat beban dilepaskan regangan ini akan kembali ke posisi semula.

g. Regangan plastis ϵ_p (*plastic strain*)

Regangan yang diakibatkan perubahan plastis. Pada saat beban dilepaskan regangan ini tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan.

h. Regangan total (*total strain*)

Merupakan gabungan regangan plastis dan regangan elastis, $\epsilon_T = \epsilon_e + \epsilon_p$.

Perhatikan beban dengan arah OABE. Pada titik B, regangan yang ada adalah regangan total. Ketika beban dilepaskan, posisi regangan ada pada titik

E dan besar regangan yang tinggal (OE) adalah regangan plastis.

- i. Tegangan tarik maksimum TTM (*UTS, ultimate tensile strength*)

Pada gambar 5 ditunjukkan dengan titik C ($\sigma\beta$), merupakan besar tegangan maksimum yang didapatkan dalam uji tarik.

- j. Kekuatan patah (*breaking strength*)

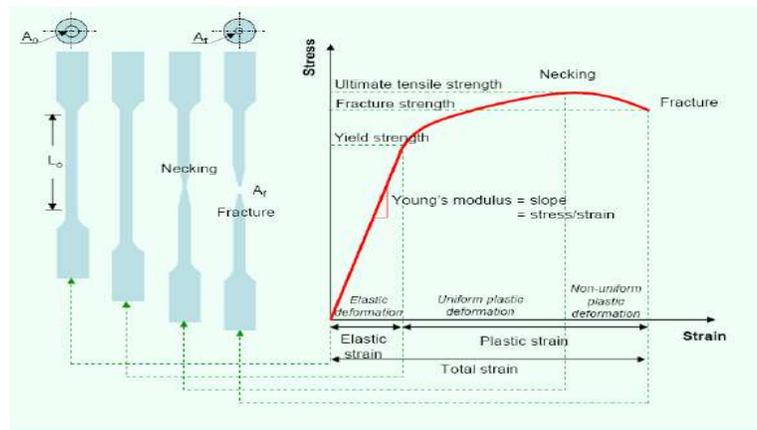
Pada gambar 2.10. ditunjukkan dengan titik D, merupakan besar tegangan di mana bahan yang diuji putus atau patah.

2.7 Pengujian tarik

Proses pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik pada benda uji. Pengujian tarik pada braket dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan braket itu sendiri seperti untuk mengetahui tegangan, regangan dan modulus elastisitas dari bahan yg digunakan.

Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Penarikan gaya terhadap beban akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk (deformasi) bahan plat tersebut. Proses terjadinya deformasi pada bahan uji adalah proses pergeseran butiran Kristal logam hingga terlepas ikatan tersebut oleh penarikan gaya maksimum. Pada pengujian tarik beban diberikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang dialami benda uji dan dihasilkan kurva tegangan-regangan.



gambar 2.11 kurva tegangan –regangan (Prasun Jana .2015)

Pada pengujian tarik beban di berikan secara kontinu dan pelan-pelan bertambah besar ,bersamaan dengan itu di lakukan pengamatan mengenai perpanjangan yang di alami benda uji dan di hasilkan kurva tegangan regangan .Tegangan dapat di peroleh dengan membagi beban dengan luas penampang mula benda uji .

2.8 FEM (Finite Elements Method)

FEM adalah singkatan dari *Finite Element Method*, dalam bahasa Indonesia disebut *Metode Elemen Hingga*. Konsep paling dasar FEM adalah, menyelesaikan suatu problem dengan cara membagi obyek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Kata “*finite* atau terhingga” digunakan untuk menekankan bahwa bagian-bagian kecil tersebut tidak tak terhingga, seperti yang lazim digunakan pada metode integral analitik.

Membagi bagian analisa menjadi bagian-bagian kecil disebut “*discretizing* atau diskritisasi”. Bagian-bagian kecil ini disebut elemen, yang terdiri dari titik-titik sudut (disebut *nodal*, atau *node*) dan daerah elemen yang terbentuk dari titik-titik tersebut. Membagi sebuah object menjadi bagian-bagian kecil secara fisika sebenarnya

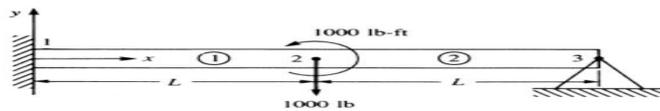
menuntun kita kepada pembuatan persamaan diferensial. Jadi secara lebih matematis, FEM didefinisikan sebagai teknik numerik untuk menyelesaikan problem yang dinyatakan dalam persamaan diferensial. Namun biasanya definisi FEM secara matematis memberikan kesan yang rumit yang sebenarnya tidak perlu. Oleh karena itu dalam pelajaran kita, pendekatan matematis tidak terlalu ditekankan.

Meski demikian, mengingat pentingnya, ilustrasi persamaan antara FEM dan diferensial-integral (kalkulus) akan kita bahas secara detail pada kesempatan berikutnya.

Secara umum langkah-langkah dalam FEM

Melakukan modelisasi sederhana yang berlaku untuk setiap elemen. Misalnya dimodelkan sebagai pegas, di mana pegas ini sifatnya sederhana, yaitu tegangan berbanding lurus dengan perubahan bentuknya.

Membuat formula sederhana untuk setiap element tersebut. Misalnya untuk pegas berlaku hukum $f = k.x$. Di mana k adalah konstanta pegas, dan x adalah pertambahan panjang pegas. Pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut “*element stiffness matrix*” atau matriks kekakuan elemen.



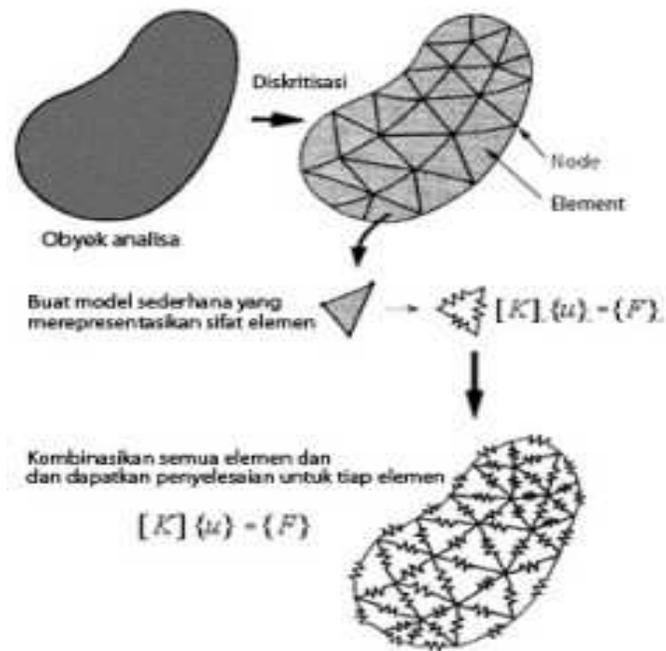
$$\underline{k}^{(1)} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} d_{3y} & \phi_1 & d_{2y} & \phi_2 \\ 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

$$\underline{k}^{(2)} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} d_{2y} & \phi_2 & d_{3y} & \phi_3 \\ 12 & 6L & -12 & 6L \\ 6L & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ -12 & -6L & 12 & -6L \\ 6L & 2L^2 & -6L & 4L^2 \end{bmatrix}$$

gambar 2.12 matrix

Mengkombinasikan seluruh elemen dan membuat persamaan simultan yang mencakup semua variabel. Untuk elemen yang dimodelkan dengan pegas, mencakup

f, k, dan x dari semua elemen. Biasanya pada langkah ini kita akan memperoleh sebuah persamaan yang disebut “*global stiffness matrix*” atau matriks kekakuan global. (Yongyao Luo, Zhengwei Wang, Guodong Chen, Zijian Lin. (2009))
Langkah-langkah di atas secara singkat digambarkan pada ilustrasi berikut.



Gambar 2.13 gambar konsep metode element hingga

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Adapun tempat dilakukannya studi numerik braket menggunakan *software catia V5R19* dengan menganalisa menggunakan *software ansys 15* dilakukan dilaboratorium komputer Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

3.1.2 Waktu

Pengerjaan dan penyusunan tugas sarjana ini di laksanakan 20 februari 2017 dan dinyatakan selesai oleh dosen pembimbing pada tanggal

Tabel 3.1: Timeline Kegiatan

| No | KEGIATAN | FEBRUARI | MARET | APRIL | MEI | JUNI | JULI | AGUSTUS |
|----|-------------------------------------|----------|-------|-------|-----|------|------|---------|
| 1 | STUDI LITERATUR | | | | | | | |
| 2 | MENENTUKAN 3 BRAKET | | | | | | | |
| 3 | DESIN SPESIMEN | | | | | | | |
| 4 | MENSIMULASI BRAKET | | | | | | | |
| 5 | MENAMPILKAN GAMBAR | | | | | | | |
| 6 | MENENTUKAN PENGUJIAN YG AKAN DI UJI | | | | | | | |
| 7 | PENGUJIAN ANSYS | | | | | | | |
| 8 | PENYELESAIAN SKRIPSI | | | | | | | |

3.2. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam studi numeric ini adalah :

3.2.1 Laptop

Spesifikasi laptop yang digunakan dalam studi numeric ini adalah:

1. Processor : AMD A6-3400M APU with Radeon HD 1.40 GHz
2. RAM : 2.00 GB (1.47 GB Usable)
3. Operation system : windows 7 pro 64 bit operation system

3.2.2 Software Catia

Software catia yang sudah terinstal pada laptop adalah Catia V5R19 64 bit yang didalamnya terdapat sketch gambar 3D yg fungsinya adalah sebagai konsep untuk menggambar spesimen .

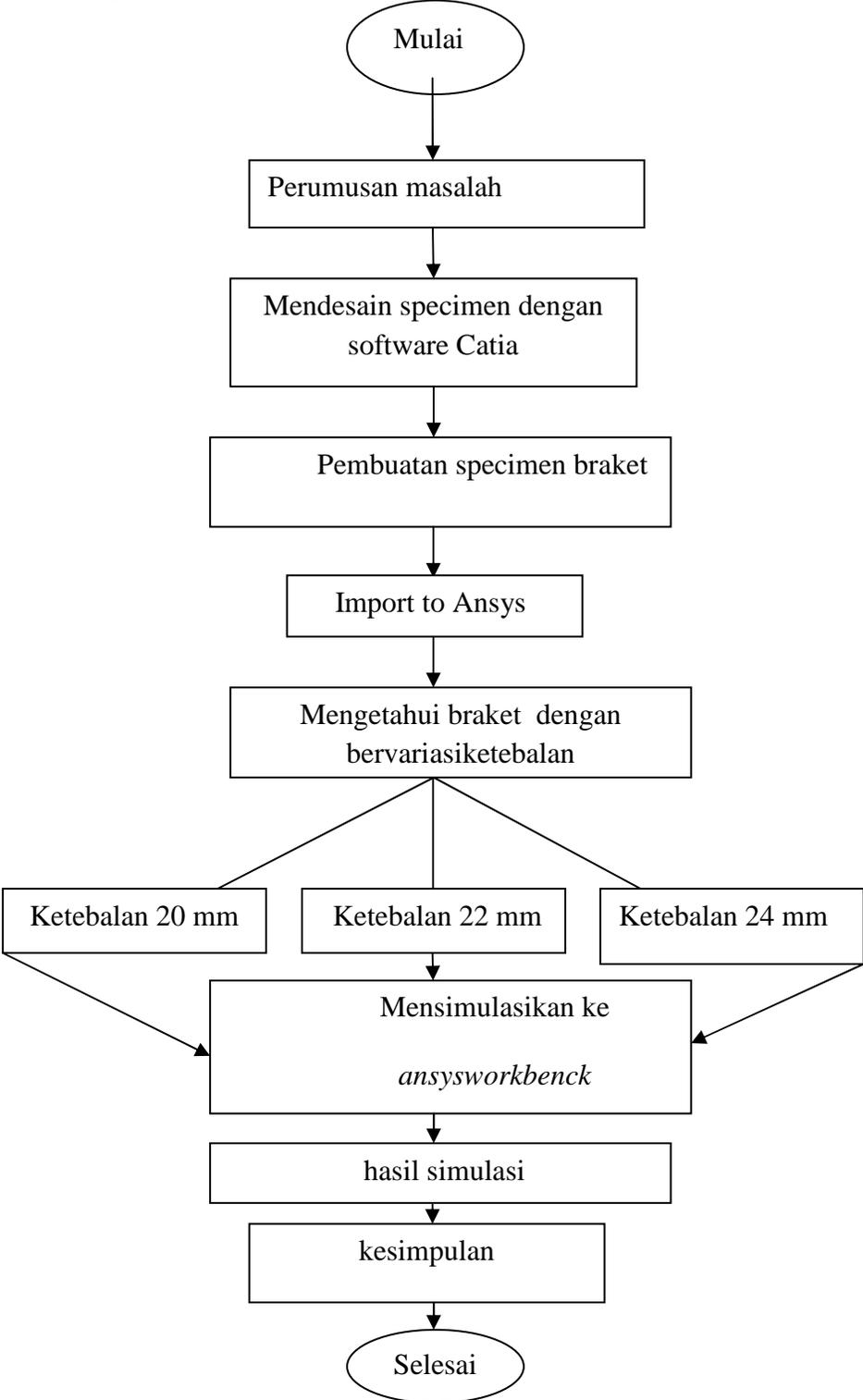
1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit Operation System
2. RAM : 2 GB or more
3. Disk Space : 5 GB or more

3.2.3 Software Ansys

Software ansys yang sudah terinstal pada laptop adalah Ansys 2015 yang didalamnya terdapat *mechanical APDL 2015* dan *Workbench 2015*, yg berfungsi sebagai analisa simulasi dalam penelitian ini.

1. Processor : AMD with Radeon Support 64 bit Operation System
2. RAM : 2 GB or more
3. Disk Space : 5 GB or more

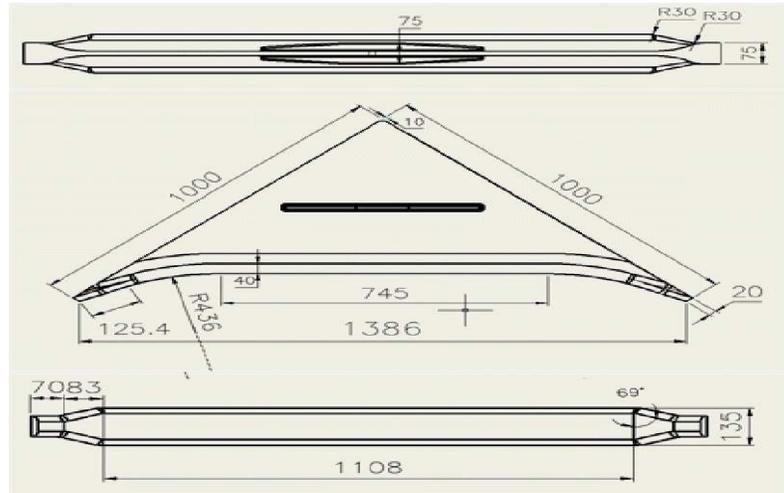
3.3 Diagram alir



Gambar 3.1 Diagram alir

3.4 Tahap Mendisain Braket Spesimen

3.4.1 Dimensi desain spesimen



Gambar 3.2 . Dimensi desain specimen (Tae-Won Kim, 2013)

Dimensi roda gigi lurus yang digunakan adalah besi St 37.

3.4.2 Prosedur Mendesain

1. Menyalakan computer dan memilih *software catia V5R19*
2. Memilih model awal dengan memilih model *part*
3. Memilih *layer front*
4. Membuat *desain* awal komponen braket
5. Membuat ukuran ketebalan braket yaitu 20mm,22mm,24mm
6. Membuat pesegi panjang dengan ketebalan 6 mm.
7. Membuat ukuran diameter untuk lubang pada baut pada braket 10 mm

8. Menampilkan bentuk dari hasil ketebalan pada masing-masing specimen

7. Setelah mendesain braket selanjutnya menggambar masing-masing dimensi pada specimen braket

3.4.3 Menyalakan computer dan memilih software catia

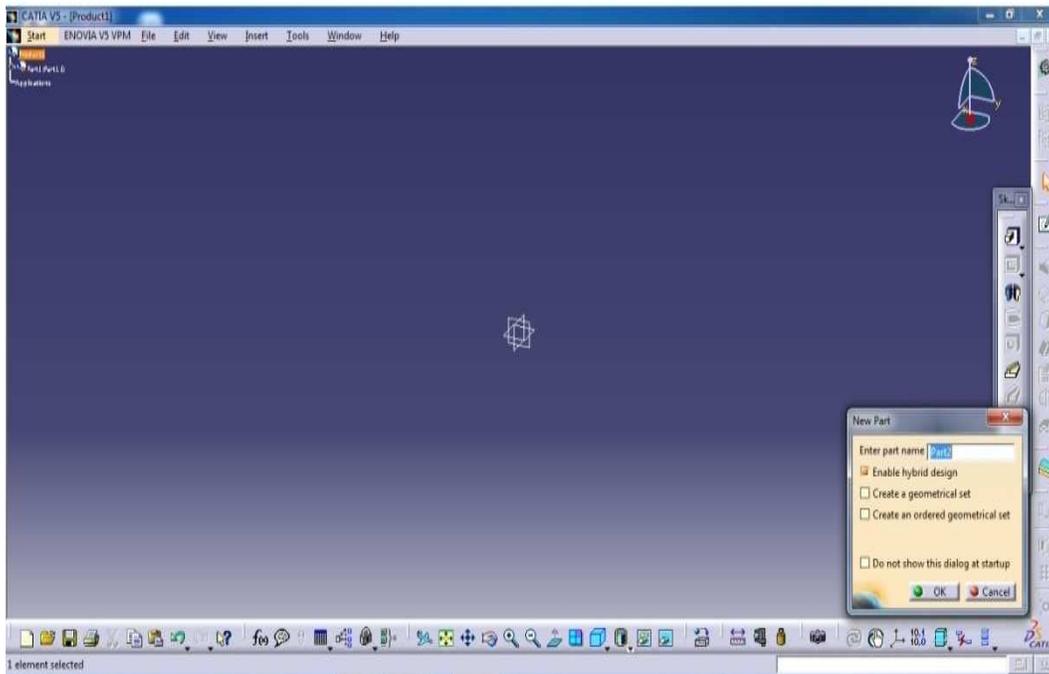
Sebelum memulai proses menggambar bahwasanya Software Catia V5R19 telah terinstal dikomputer atau laptop dan siap digunakan. Seperti pada gambar 3.3 dibawah ini.



Gambar 3.3 Tampilan Layar Komputer

3.4.4 Tampilan awal Catia V5R19

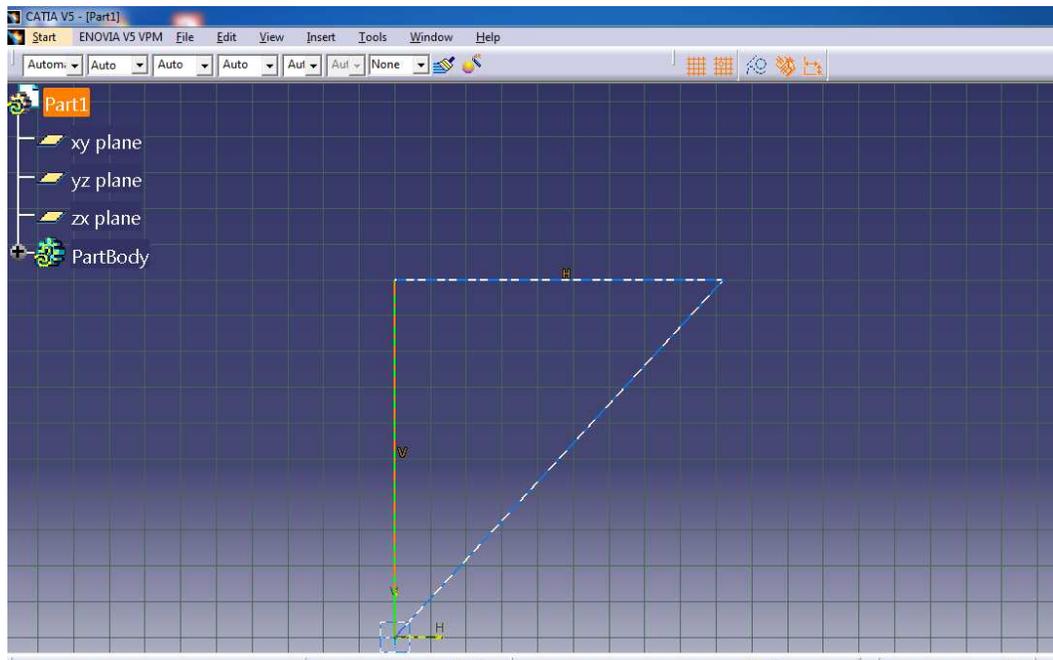
Pada tampilan ini kita pilih tool bar start → mechanical design → part design maka akan muncul gambar new part lalu tekan OK. Seperti pada gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4 tampilan awal catia V5R19

3.4.5 Membuat Segitiga Spesimen

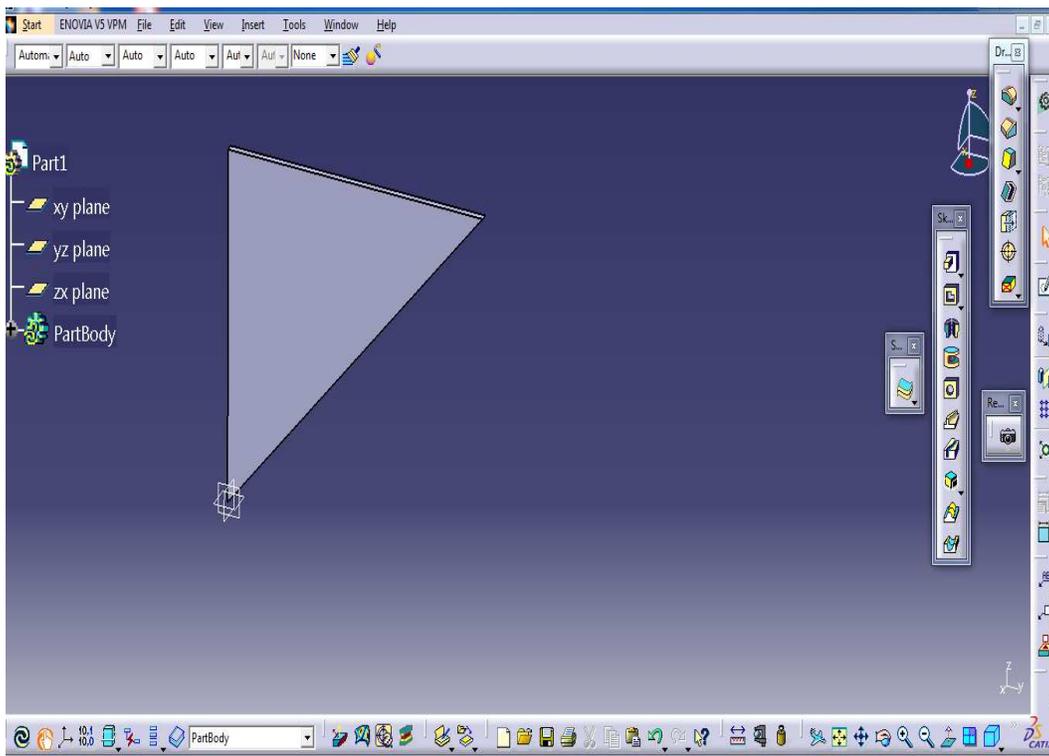
Menentukan lebar braket , dengan mengklik line dan membuat segitiga klik dengan ukuran yang sudah di tentukan.Seperti pada gambar 3.5 dibawah ini.



Gambar 3.5 membentuk segitiga spesimen

3.4.6 Membentuk gambar terlihat solid

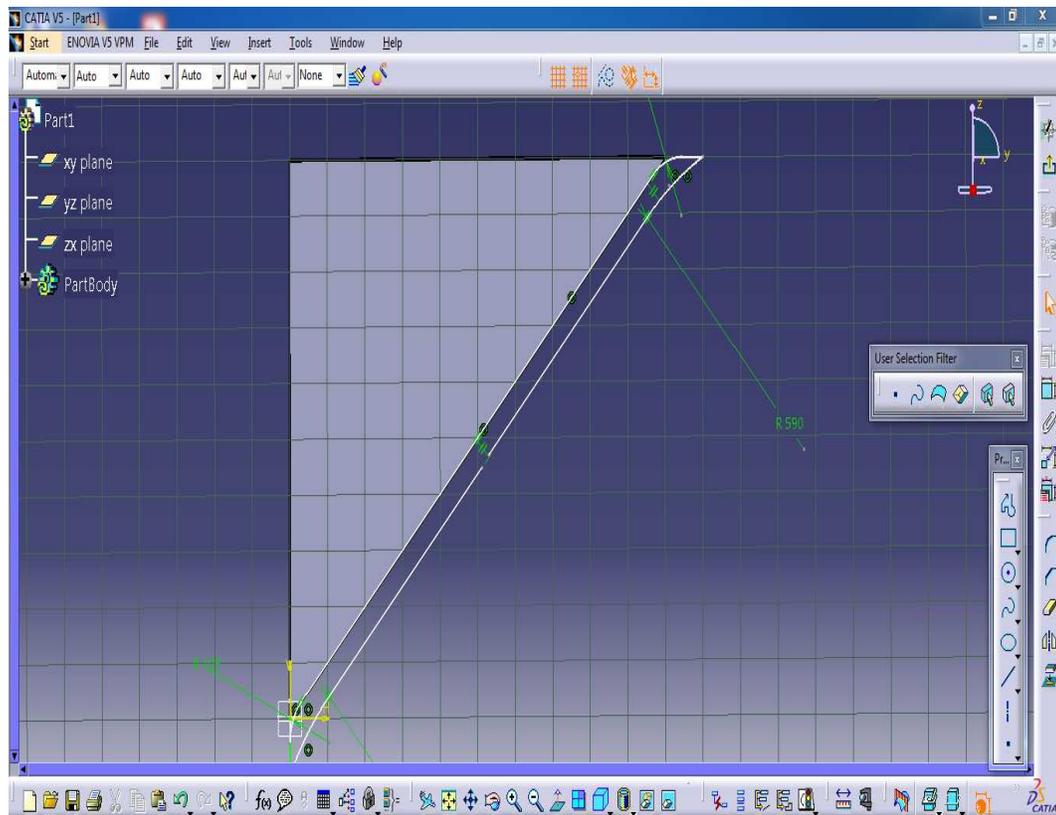
Setelah selesai membentuk segitiga bentuk braketa dengan mengklik sketch → pad, selanjutnya membentuk gambar solid dengan ukuran ketebalan yg sudah ditentukan Seperti pada gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6 membentuk gambar terlihat solid

3.4.7 Sketch Segitiga Pada Braket Membentuk Persegi Panjang Dengan Radius

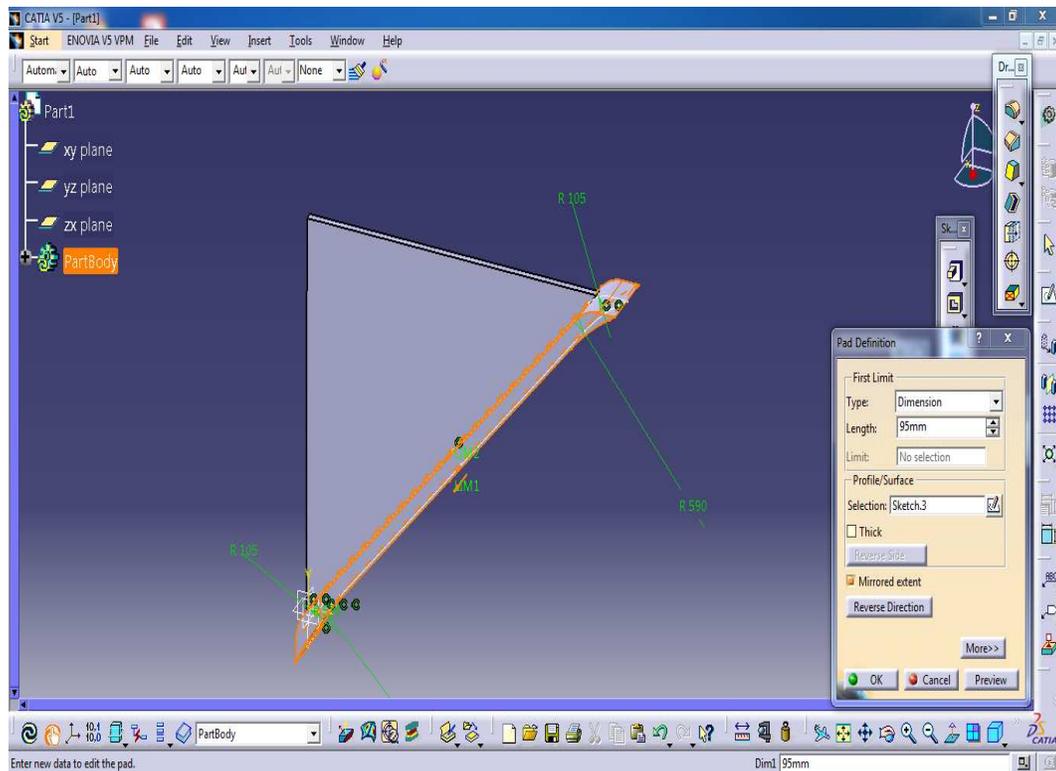
Setelah selesai tahap 2 kemudian lanjut ke tahap 3 membentuk persegi panjang dengan radius dengan mengklik line → corner → mirror. Seperti pada gambar 3.7 dibawah ini.:



Gambar 3.7 sketch gambar membentuk persegi panjang dengan radius

3.4.8 Sketch Persegi Panjang Dengan Ketebalan Solid

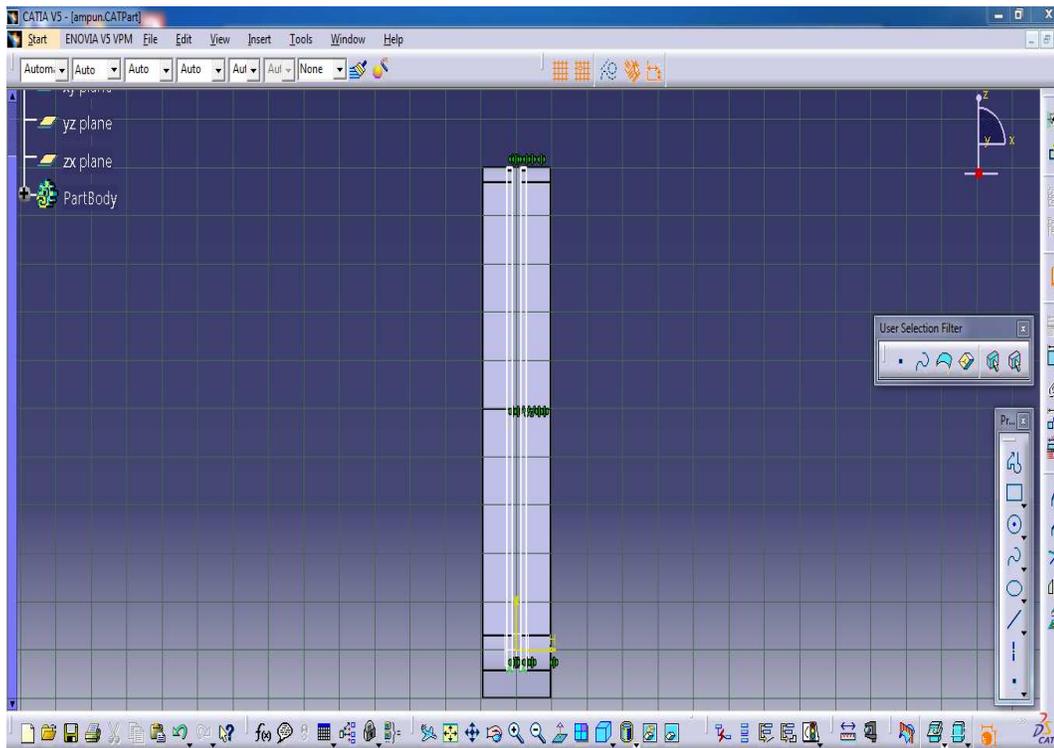
Sketch membentuk persegi panjang dengan ketebalan mengklik exit workbench → klik pad lalu beri ukuran ketebalan yg sudah di tentukan ,terlihat pada gambar di bawah ini .Seperti pada gambar 3.8 dibawah ini.



Gambar 3.8 sketch persegi panjang dengan ketebalan solid

3.4.9 Sketch Membentuk Plat Persegi Panjang di Atas Segitiga

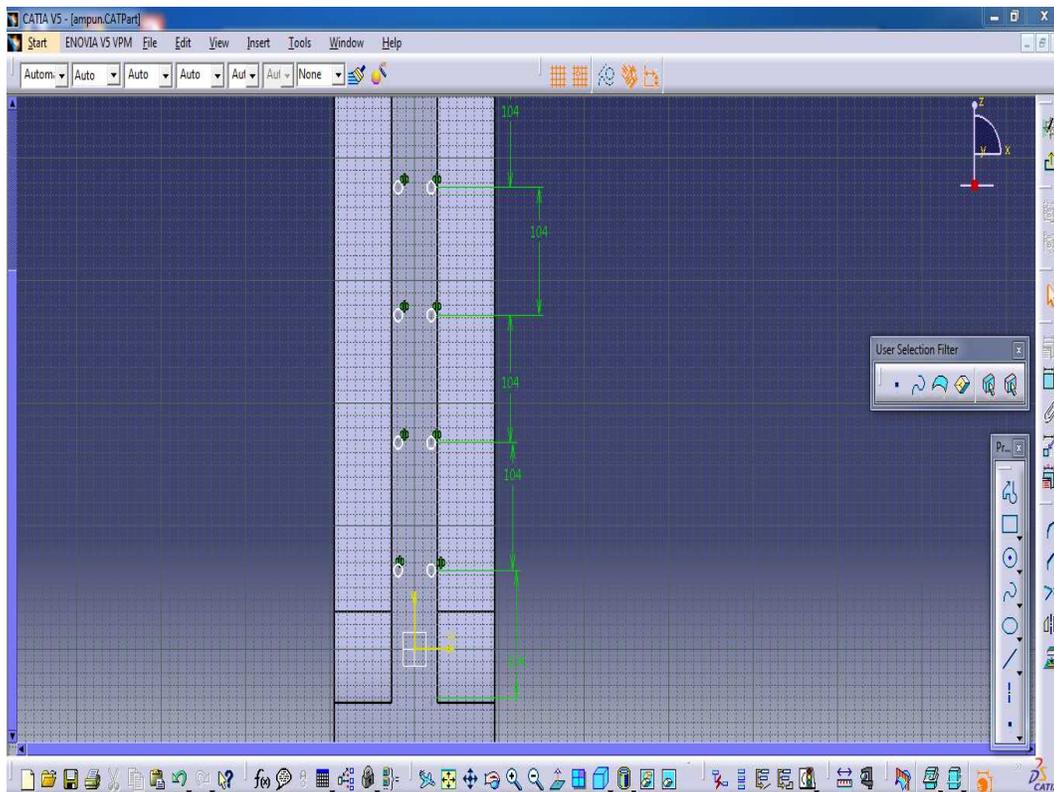
Setelah selesai tahap sebelumnya kemudian masuk ke tahap selanjutnya membentuk plat persegi panjang diatas segitiga braket dengan mengklik sketch → rectange → coinciden .terlihat seperti pada gambar di bawah ini :Seperti pada gambar 3.9 dibawah ini.



Gambar 3.9 sketch membentuk plat persegi panjang

3.4.10 Sketch Membentuk Lubang Braket

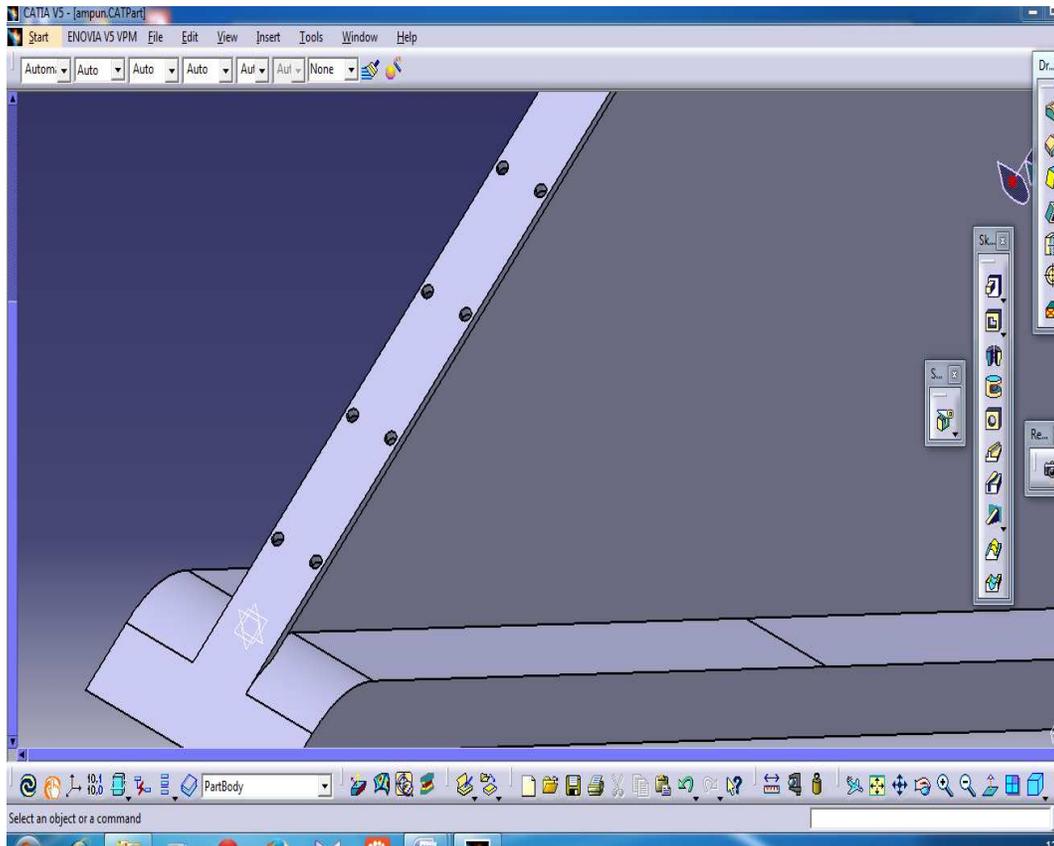
Setelah selesai maka klik sketch → buat lubang ditengah → exit workbench → pilih poket definition → type up to last → selection sketch dan klik ok. Seperti pada gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10 sketch membentuk lubang braket

3.4.11 Tahap membentuk lubang terlihat nyata

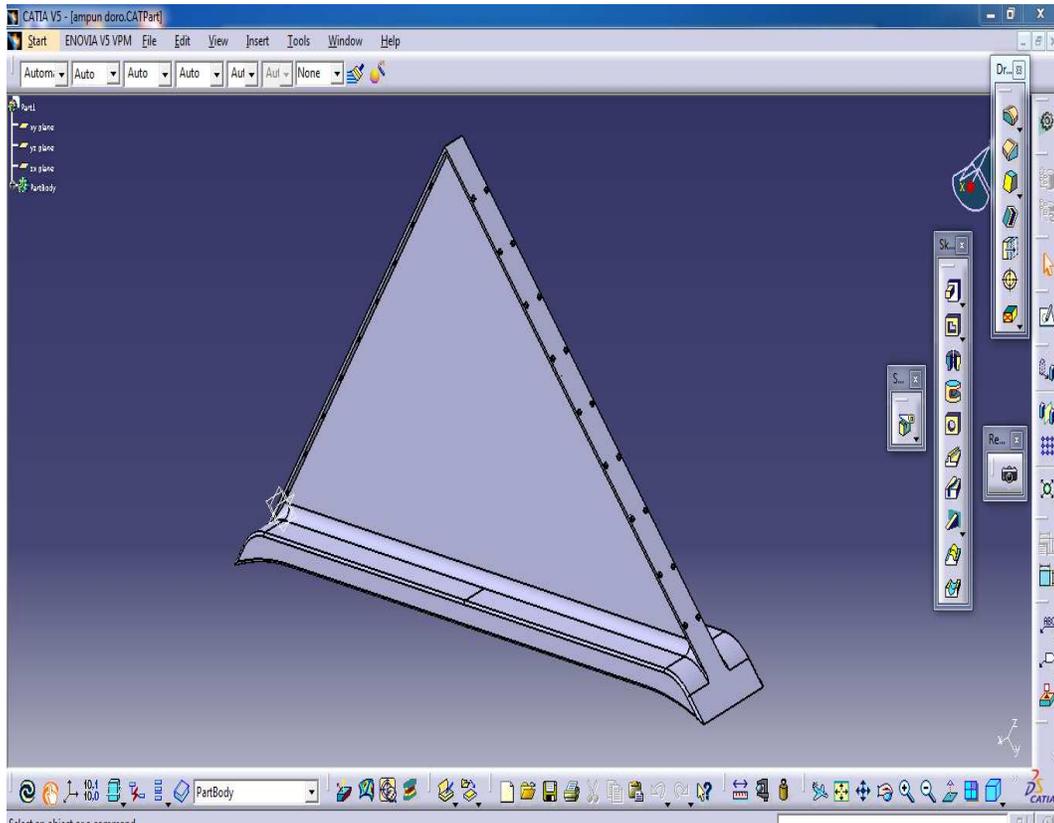
Sketch membentuk lubang pada plat segitiga braket klik workbench → pad
→ ok .Seperti pada gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11 sketch membentuk lubang

3.4.12 Tahap selesai mendisain braket

Sketch mendisain braket selesai klik workbench → klik isometric view. Seperti pada gambar 3.12 dibawah ini.

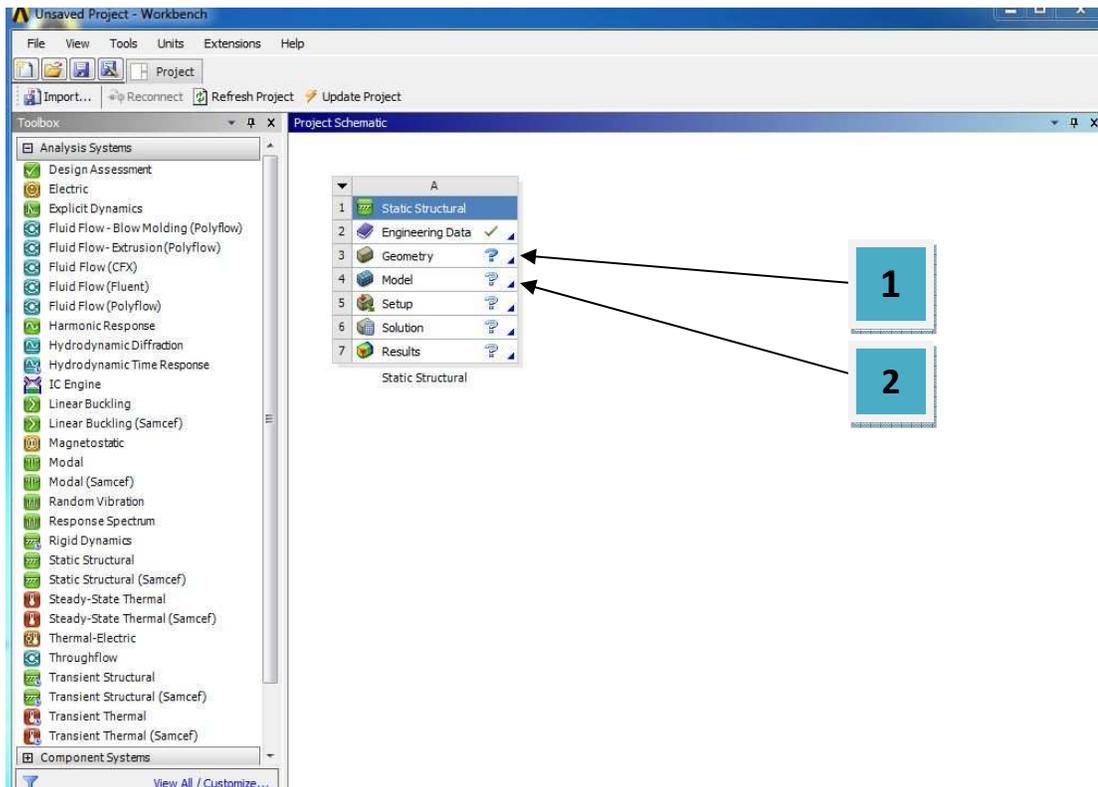


Gambar 3.12 Braket

3.5 Tahapan menggunakan ansys

3.5.1 Tampilan awal workbench 15

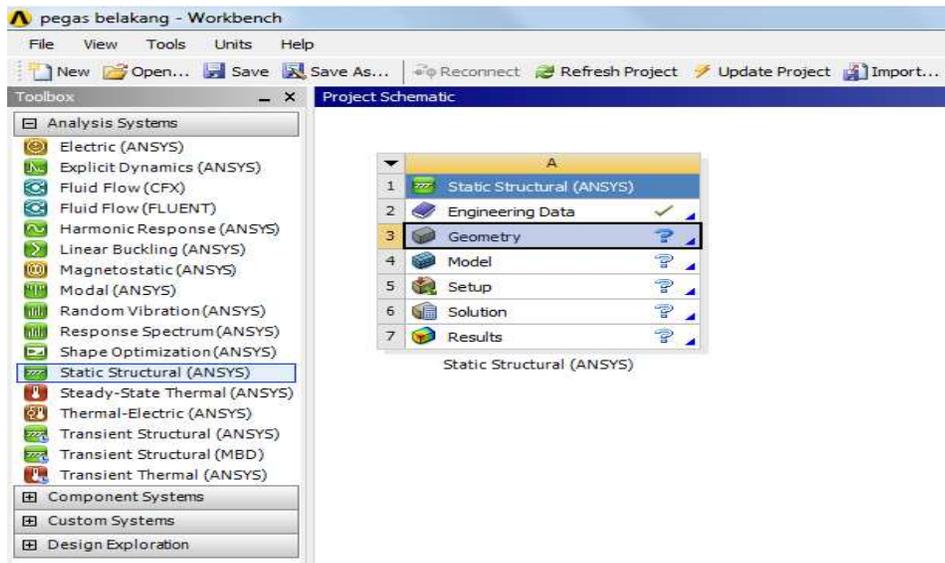
Pada tampilan ini pilih static structural → klik kanan geometry → import geometry → file iges → klik model. Seperti pada gambar 3.13 dibawah ini.



Gambar 3.13 Tampilan awal workbench 15

3.5.2 Menentukan *Analisis System*

Seperti yang telah dijelaskan pada batasan masalah, bahwa Simulasi yang digunakan dalam analisa adalah *Static Structural*. Maka langkah selanjutnya adalah dengan mengklik *Static Structural* pada *toolbox*. Seperti pada gambar 3.14 dibawah ini.

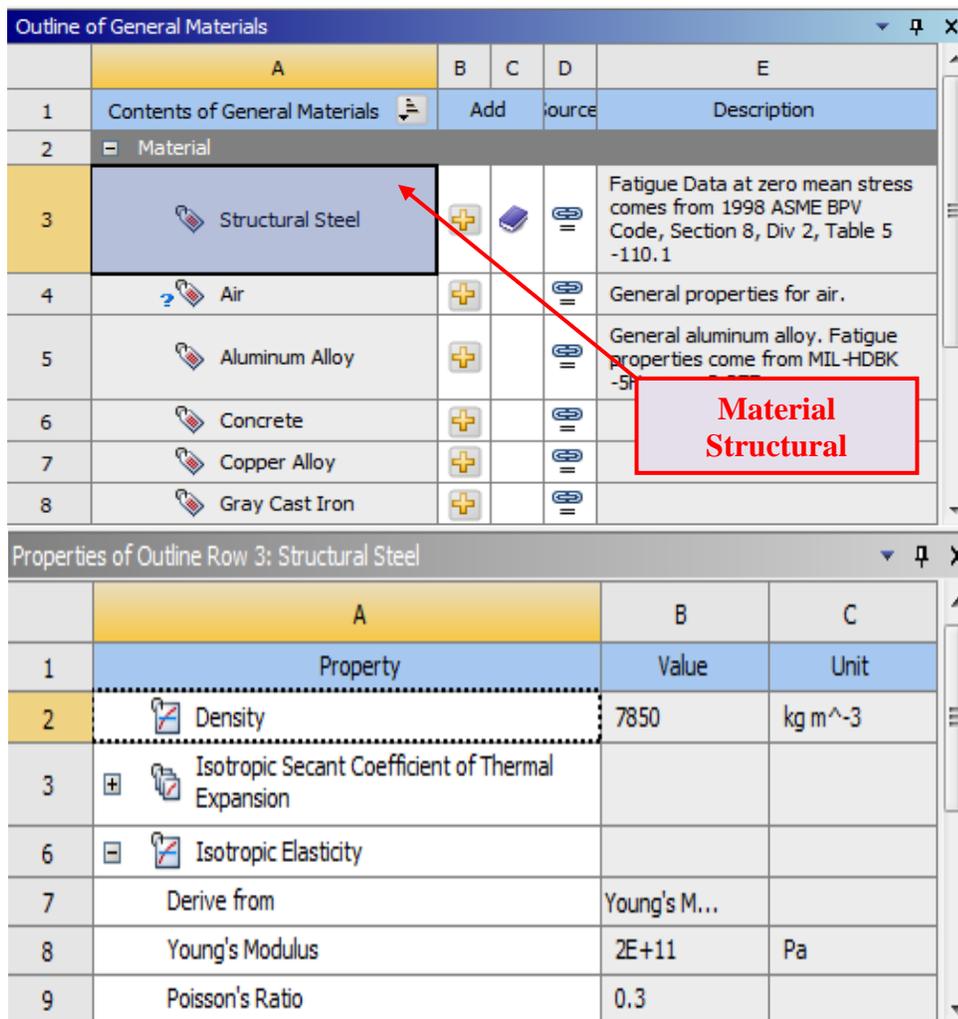


Gambar 3.14. Jendela kerja *Static Structural*

3.5.3 Engineering Data

Engineering Data adalah fitur yang bertujuan untuk menentukan jenis material yang digunakan pada objek yang akan dianalisa. Jenis material yang digunakan pada poros adalah *Struktural Steel*.

Langkah yang dilakukan pada tahap ini adalah dengan mengklik dua kali pada *Engineering Data* → *Structural Steel* → *Return to Project*. Maka akan muncul *outline*. Di jelaskan badah gambar di bawah ini 3.15



The image shows two overlapping windows from a software application. The top window, titled 'Outline of General Materials', displays a list of materials. The bottom window, titled 'Properties of Outline Row 3: Structural Steel', shows the material properties for the selected 'Structural Steel' material.

| | A | B | C | D | E |
|---|-------------------------------|-----|--------|---|--|
| 1 | Contents of General Materials | Add | source | | Description |
| 2 | Material | | | | |
| 3 | Structural Steel | + | | | Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5 -110.1 |
| 4 | Air | + | | | General properties for air. |
| 5 | Aluminum Alloy | + | | | General aluminum alloy. Fatigue properties come from MIL-HDBK -5 |
| 6 | Concrete | + | | | |
| 7 | Copper Alloy | + | | | |
| 8 | Gray Cast Iron | + | | | |

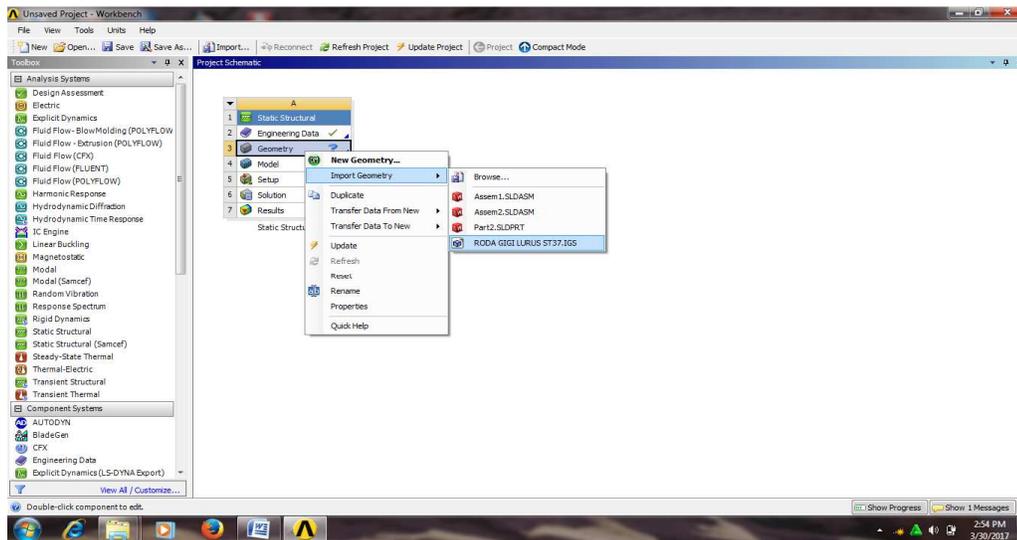
| | A | B | C |
|---|---|--------------|--------------------|
| 1 | Property | Value | Unit |
| 2 | Density | 7850 | kg m ⁻³ |
| 3 | Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion | | |
| 6 | Isotropic Elasticity | | |
| 7 | Derive from | Young's M... | |
| 8 | Young's Modulus | 2E+11 | Pa |
| 9 | Poisson's Ratio | 0.3 | |

Gambar 3.15. Propertis material

3.5.4 Menentukan *Geometry*

Fitur *Geometry* adalah fasilitas yang diberikan *Ansys Workbench* yang bertujuan untuk mendesain sebuah model yang akan dianalisa. Dalam kasus ini model didesain dengan menggunakan perangkat lunak *catia V5R19*. Yang dilakukan untuk menampilkan hasil pemodelan tersebut adalah :

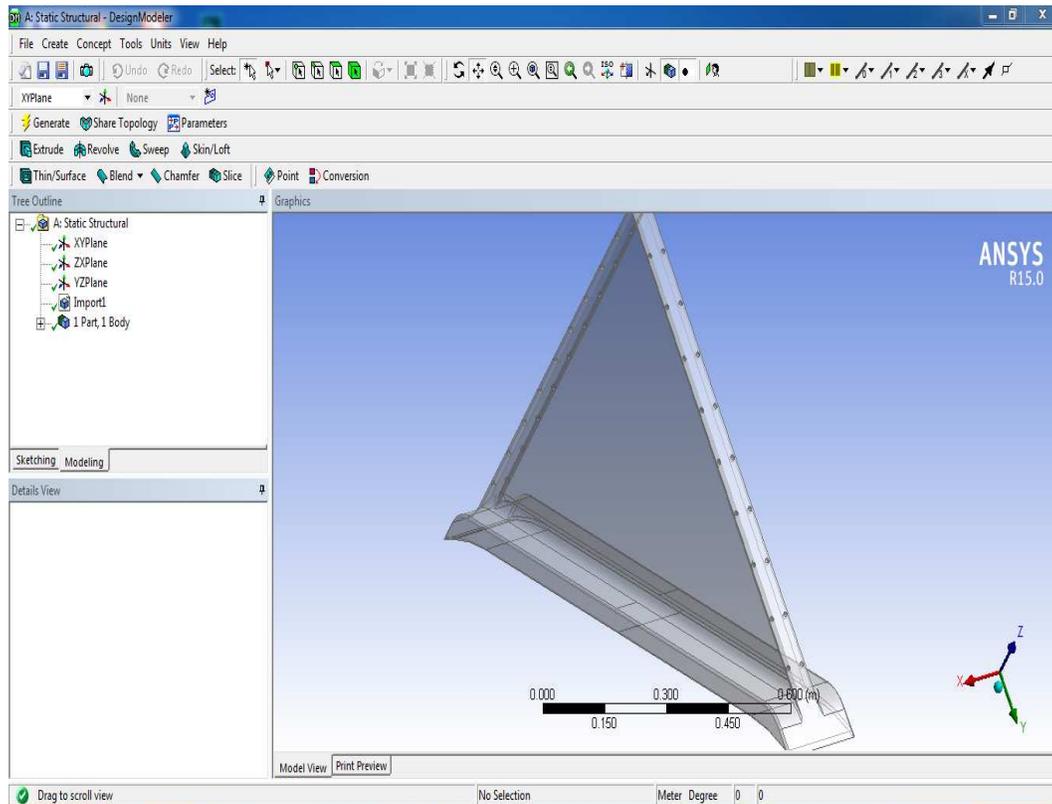
Mengklik kanan pada *Geometry* → *Import Geometry* → *Browse* → Pilih *Geometry* yang sudah di desain menggunakan *catia V5R19*. Seperti pada gambar 3.16 dibawah ini.



Gambar 3.16. Memilih *geometry*

3.5.5 Tahap Menampilkan Spesimen ke *Geometry*

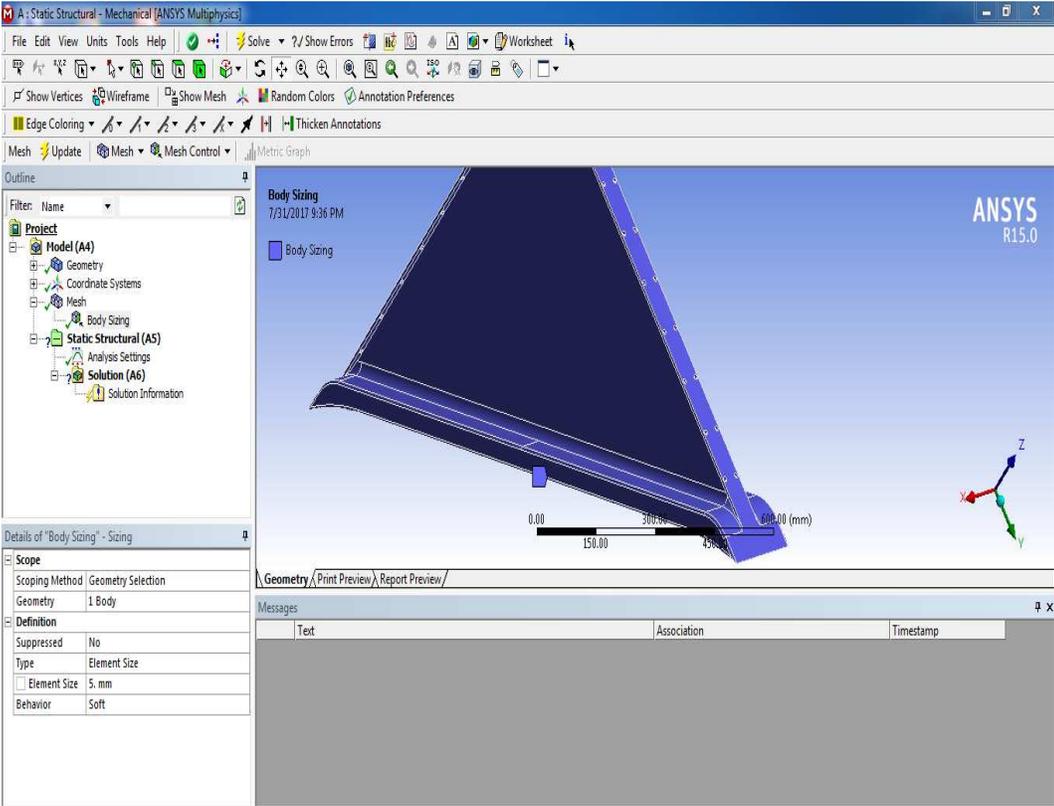
Tahap 1 menampilkan spesimen ke geometry tahap yg paling awal yg harus di lakukan untuk menganalisa spesimen static structural → geometry → file → import external geometry → generate .Seperti pada gambar 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.17 Geometry

3.5.6 Model

Tahap 2 menampilkan spesimen ke model, proses memasuki analisa braket model – mesh – sizing – body/element – generate mesh .Seperti pada gambar 3.18 dibawah ini.



Gambar 3.18 Model

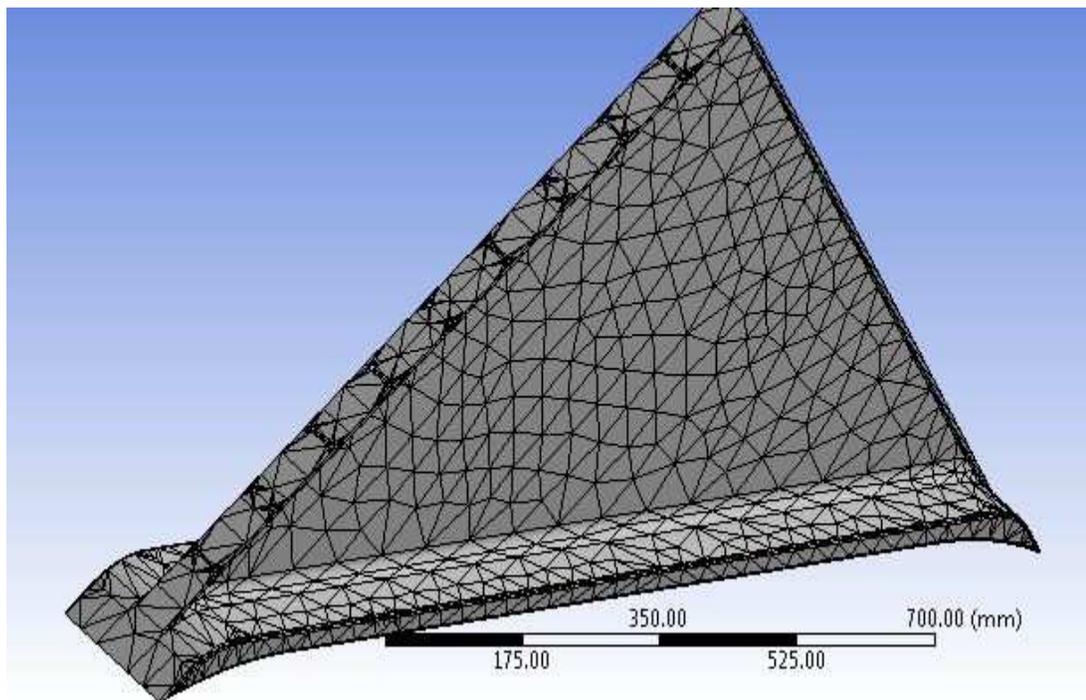
3.5.7 Meshing

Meshing merupakan bagian integral dari simulasi rekayasa dibantu proses komputer. *Meshing* mempengaruhi akurasi, dan kecepatan konvergensi dari solusi.

Pemberian *meshing* pada benda kerja dilakukan dengan cara :

Klik *Mesh*→*Generate Meshing*

Hasil *meshing* diberikan pada gambar 3.19



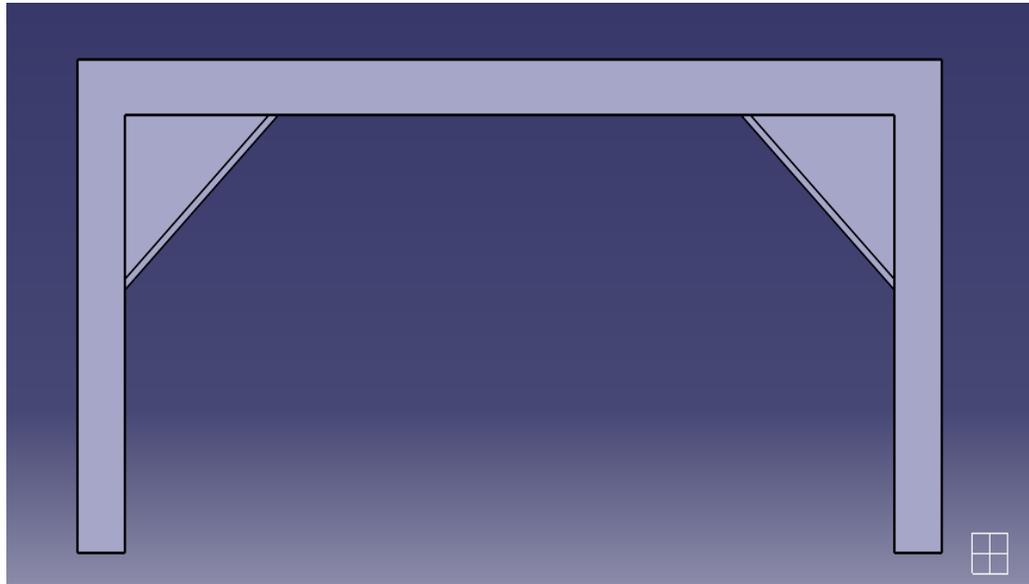
Gambar 3.19 Hasil Meshing

BAB 4

HASIL PEMBAHASAN

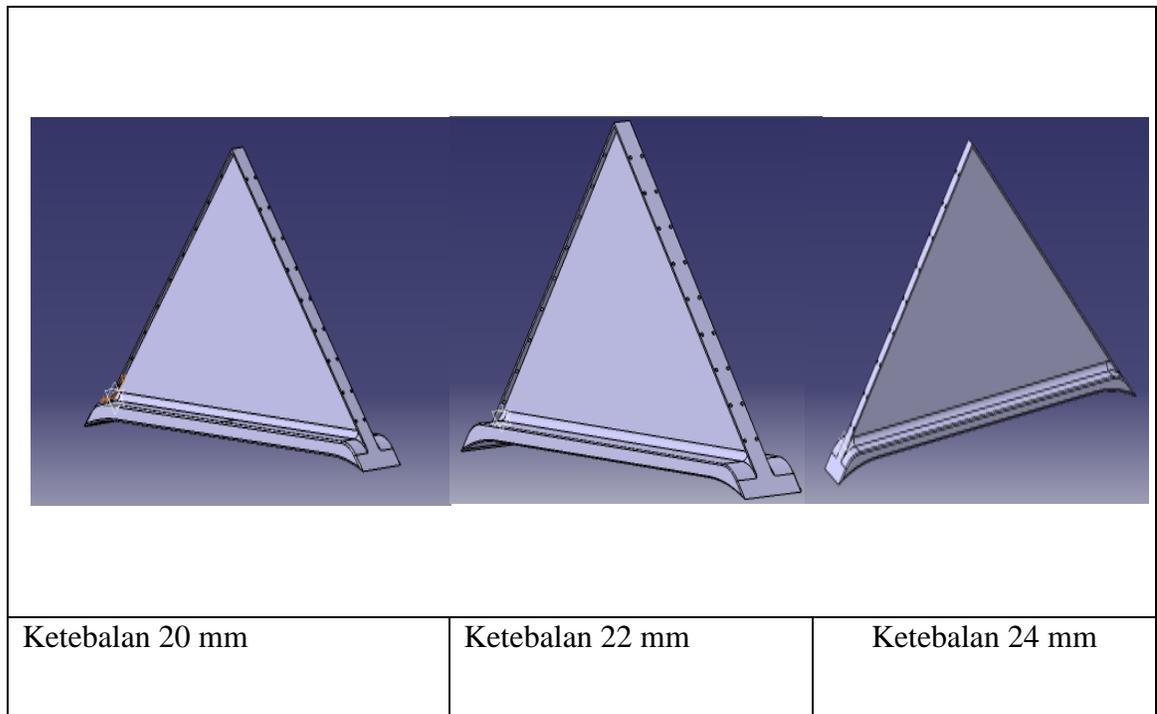
4.1 Rencana Percobaan

Konsep desain ini terlebih dahulu sebagai penempatan braket di mana posisi braket di letakan yaitu di bawah body kapal sebagai penyanggah . Konsep ini berbentuk segitiga yang dapat menahan beban lebih berat dari braket tersebut . Seperti pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1: Konsep Desain Braket Baja

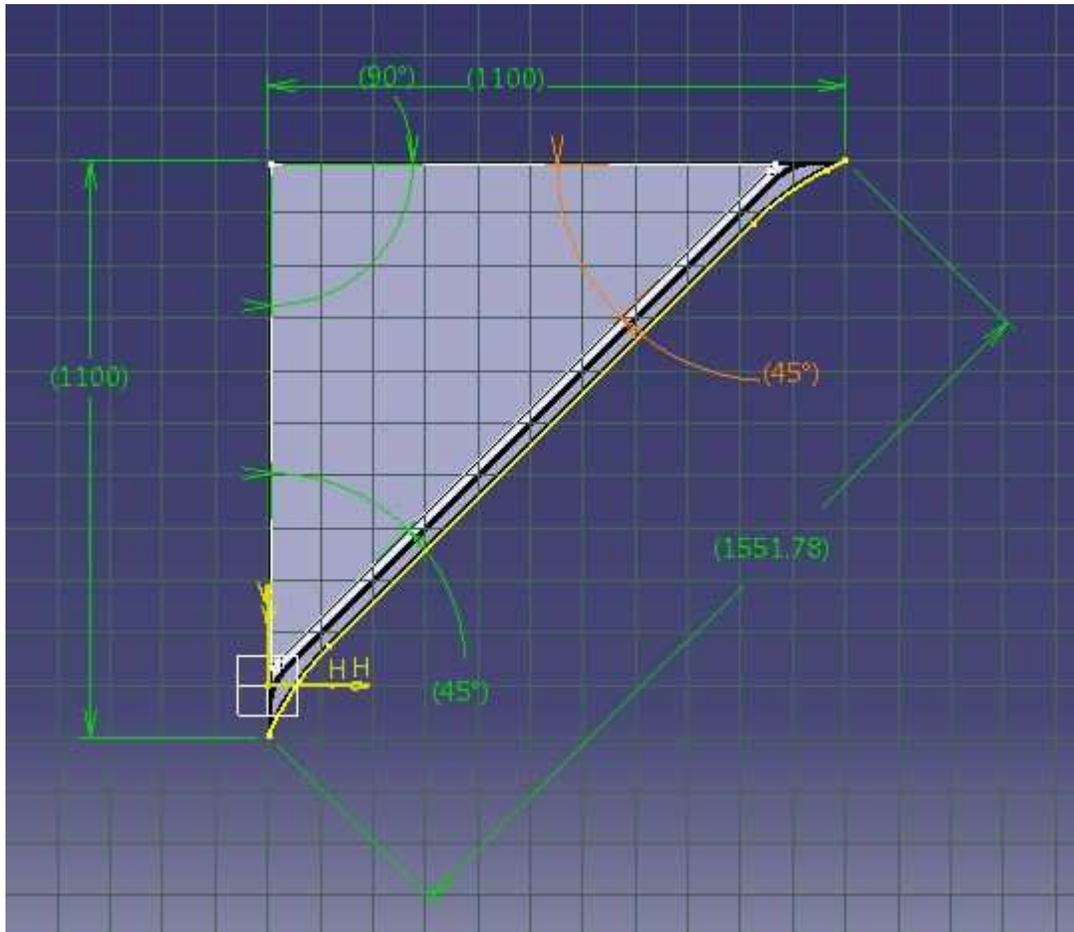
4.1.1 hasil gambar case untuk membedakan ketebalannya. Seperti gambar 4.2 di bawah ini:



Gambar 4.2 gambar setiap case dengan variasi ketebalan

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar bentuk standar dari tigabaket menggunakan bahan st 37, dibuat dengan bahan yang dikembangkan dalam penelitian ini, dirancang untuk menyertakan manik kedudukan body kapal. Untuk braket built-up diproduksi menggunakan pemotongan plat dan pengelasan .

4.1.2 Desain Ukuran yang braket yg akan di analisa. Seperti gambar 4.3 di bawah ini:

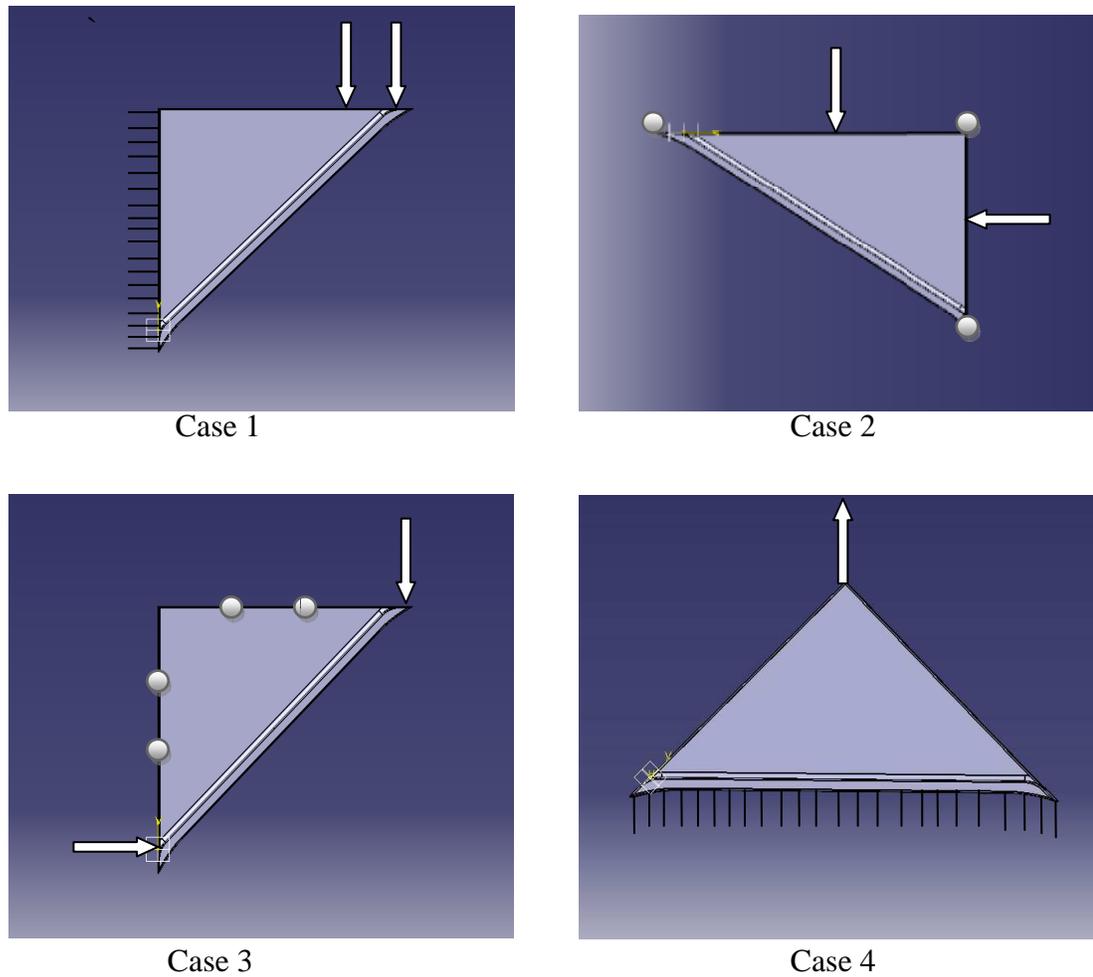


Gambar 4.3 ukuran braket

Di jelas kan pada bab tiga bahwa sebuah braket mempunyai sebuah ukuran yang sudah di desain dengan CATIA . untuk menjelaskan tentang ukuran braket yang akan di analisa dengan software ANSYS.

4.1.3 Konsep uji tarik Braket Baja

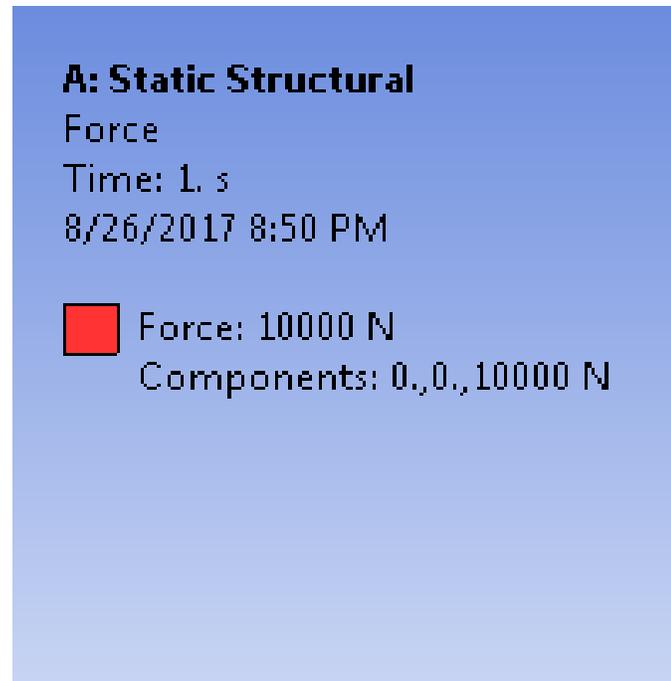
Konsep uji tarik ini untuk mencari titik max tegangan , regangan , dan total depormasi dan mendapatkan gambaran tentang sifat – sifat dan keadaan dari suatu logam dengan gaya yang di berikan 10.000 N



Gambar 4.4. Konsep uji tarik

4.2 Hasil simulasi Equivalent stress

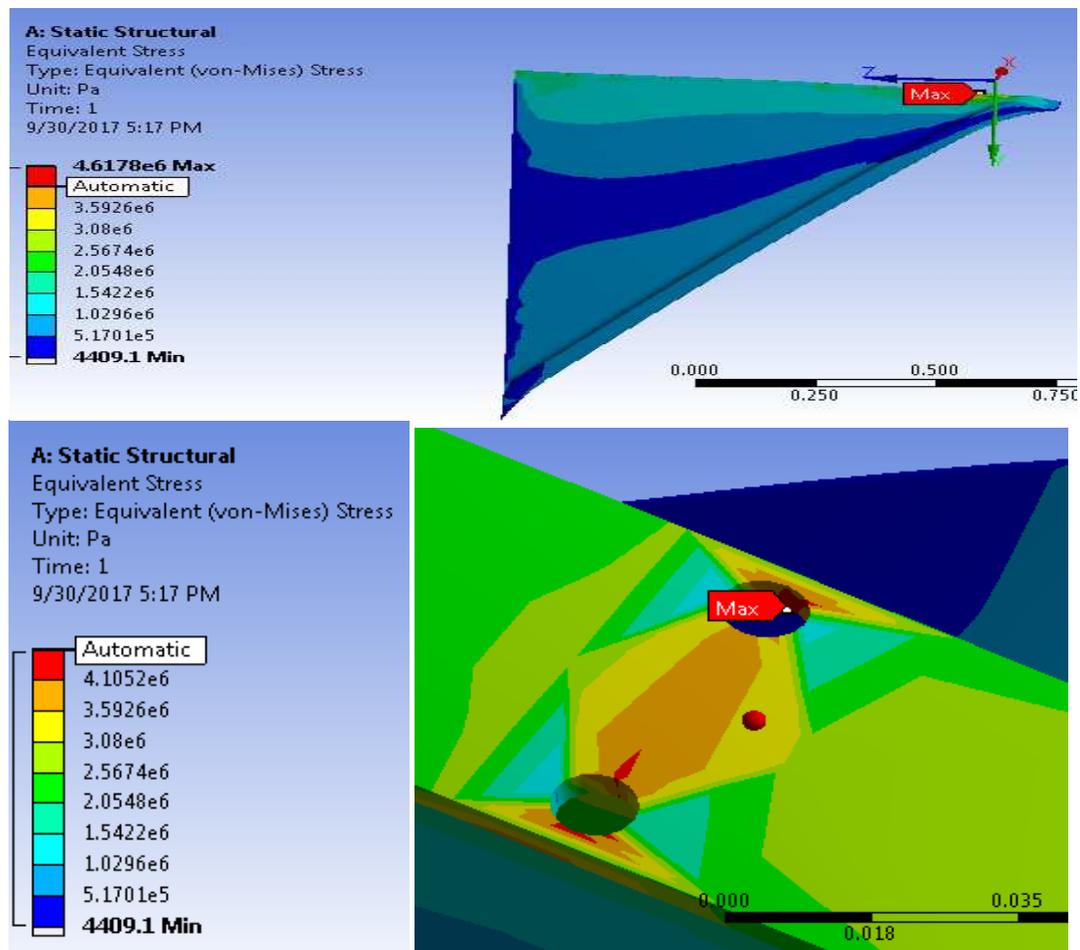
4.2.1 Pemberian beban Simulasi equivalent stress dengan beban 10.000 N dengan masing – masing ketebalan 20 mm , 22 mm dan 24 mm.



Gambar 4.5. equivalent stress dengan beban 10.000 N dan ketebalan braket 20 mm, 22 mm dan 24mm

4.2.2 Hasil dari equivalent stress ketebalan 20 mm

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm. akibat equivalent stress dari hasil gambar 4.6 dibawah ini.



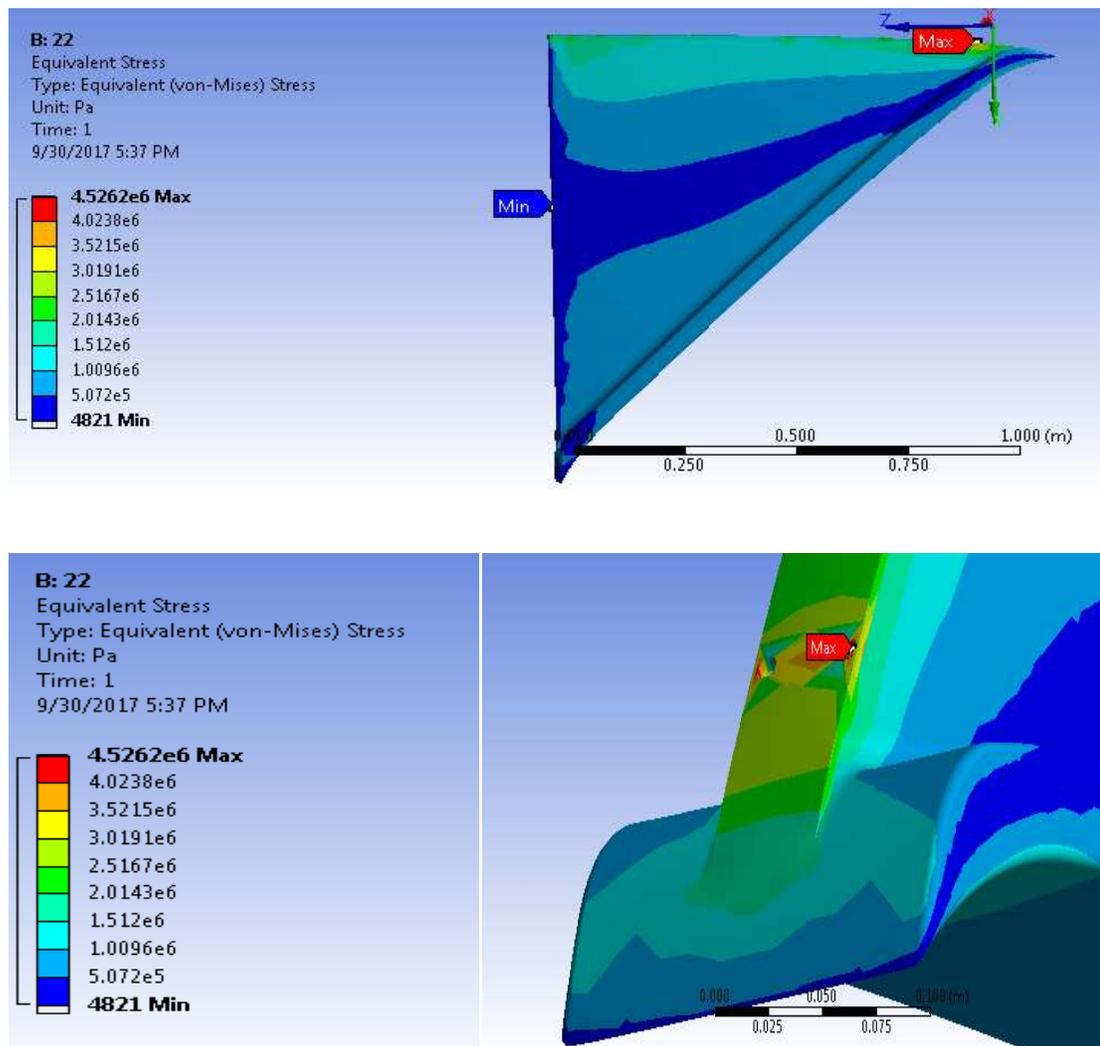
Gambar 4.6 Hasil dari simulasi equivalent stress 20mm

$$\tau_{\max} = 4.6178e6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\min} = 4409.1 \text{ N/mm}^2$$

4.2.3 Hasil dari gambar equivalent stress ketebalan 22 mm

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 22 mm. akibat equivalent stress dari hasil gambar 4.7 dibawah ini.



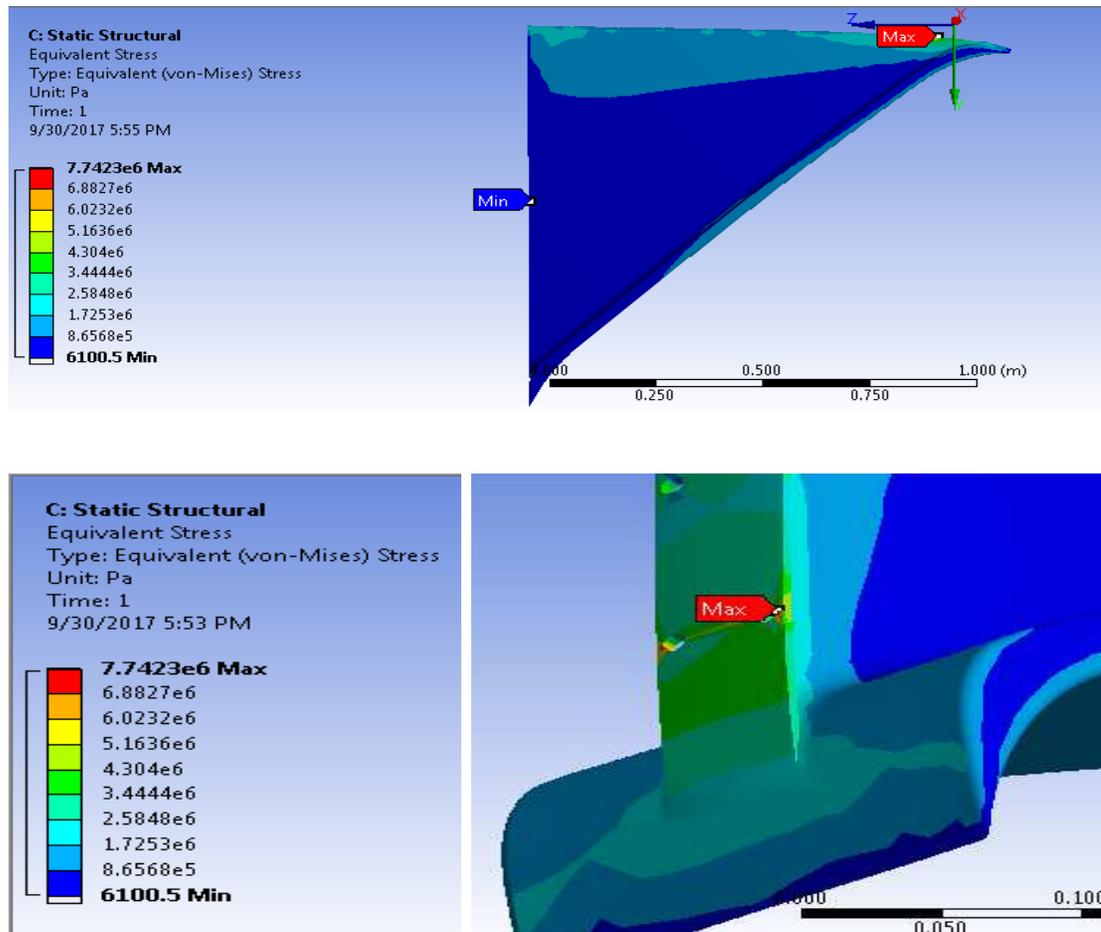
Gambar 4.7 Hasil dari simulasi equivalent stress 22mm

$$\tau_{\max} = 4.5262 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\min} = 4821 \text{ N/mm}^2$$

4.2.4 Hasil dari gambar equivalent stress ketebalan 24 mm

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 24 mm. akibat equivalent stress dari hasil gambar 4.8 dibawah ini.

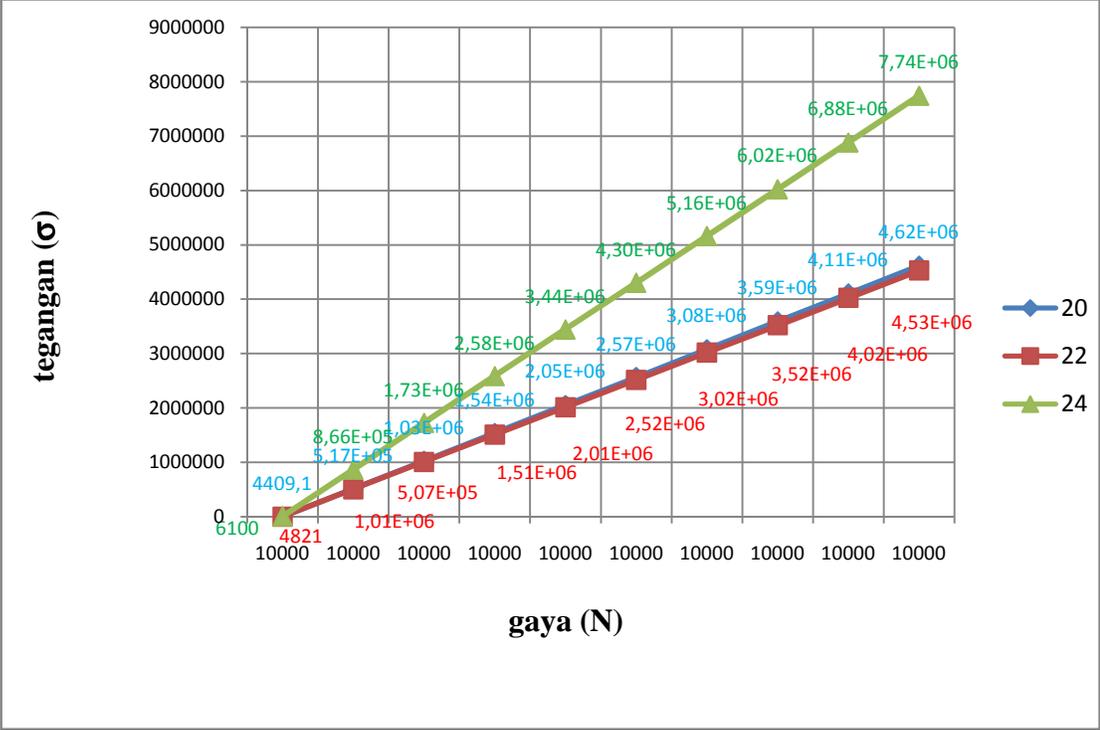


Gambar 4.8 Hasil dari simulasi equivalent stress 24mm

$$\tau_{\max} = 7.7423e6 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\min} = 6100.5 \text{ N/mm}^2$$

4.2.5 Hasil grafik equivalent stress dari simulasi ansys pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm,22 mm dan 24 mm



Gambar 4.9 grafik hasil equivalent stress

Table 4.1 . Tabel perbandingan ketebalan equivalent stress

| N | 20 mm | 22 mm | 24 mm |
|-------|----------|----------|----------|
| 10000 | 4409.1 | 4821 | 6100 |
| 10000 | 5.17E+05 | 5.07E+05 | 8.66E+05 |
| 10000 | 1.03E+06 | 1.01E+06 | 1.73E+06 |
| 10000 | 1.54E+06 | 1.51E+06 | 2.58E+06 |
| 10000 | 2.05E+06 | 2.01E+06 | 3.44E+06 |
| 10000 | 2.57E+06 | 2.52E+06 | 4.30E+06 |
| 10000 | 3.08E+06 | 3.02E+06 | 5.16E+06 |
| 10000 | 3.59E+06 | 3.52E+06 | 6.02E+06 |
| 10000 | 4.11E+06 | 4.02E+06 | 6.88E+06 |
| 10000 | 4.62E+06 | 4.53E+06 | 7.74E+06 |

Di jelaskan pada grafik yaitu dengan ketebalan 20,22,24 mm equivalent stress yg di hasilkan dengan daya 10.000 N adalah.

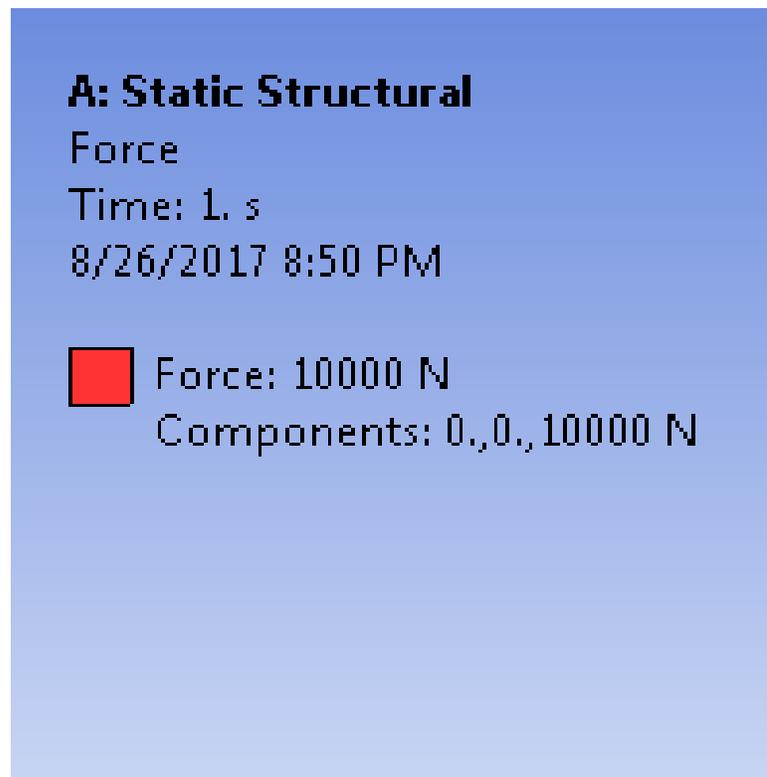
Pada ketebalan 20 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max tegangan yaitu $4.617e6 \text{ N/mm}^2$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $3.08e6 \text{ N/mm}^2$ dan warna biru mengalami tegangan normal yaitu 4409.1 N/mm^2

Pada ketebalan 22 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max tegangan yaitu $4.5262e6 \text{ N/mm}^2$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $3.5215e6 \text{ N/mm}^2$ dan warna biru mengalami tegangan normal yaitu 4821.1 N/mm^2

Pada ketebalan 24 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max tegangan yaitu $7.7423e6 \text{ N/mm}^2$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $6.0223e6 \text{ N/mm}^2$ dan warna biru mengalami tegangan normal yaitu 6100.5 N/mm^2 .

4.3 Hasil simulasi Equivalent Elastic Strain

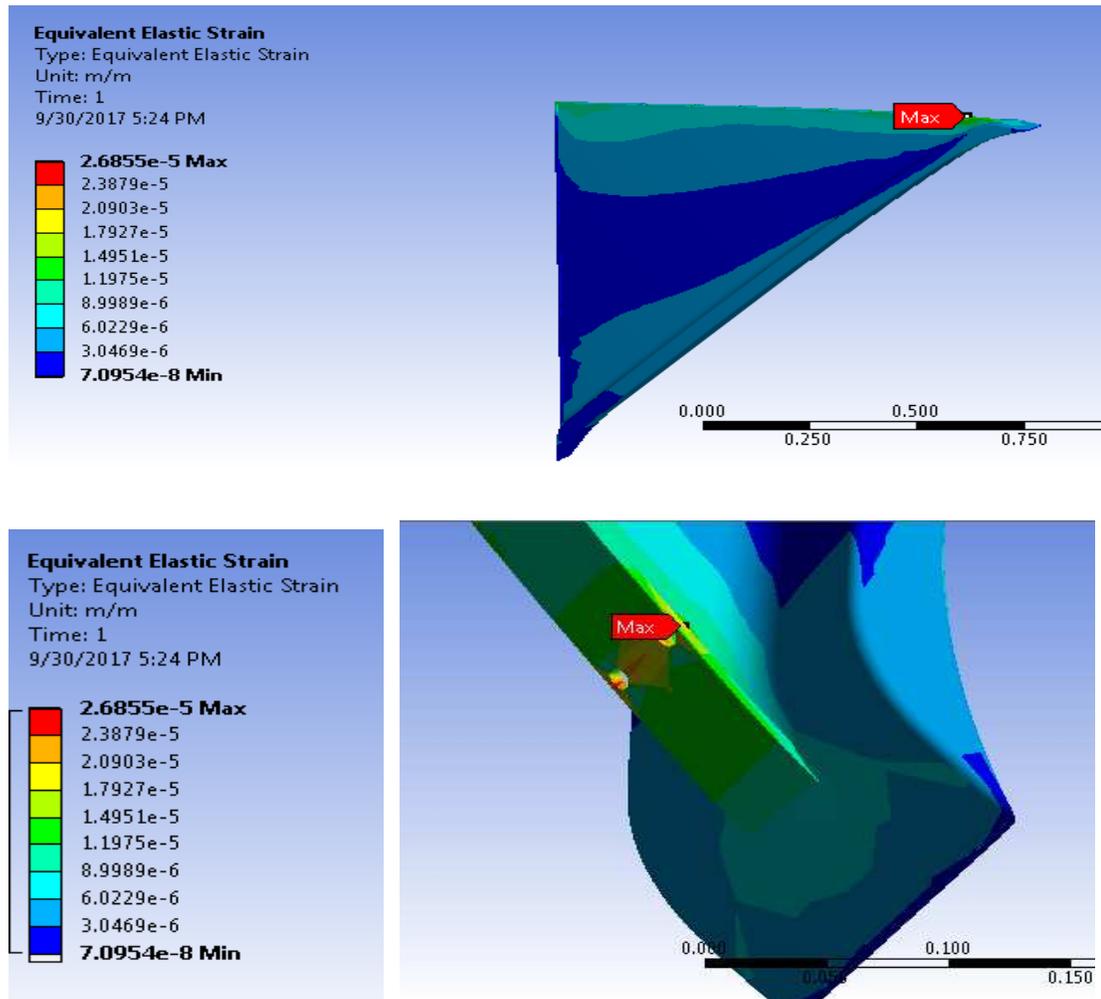
4.3.1 Pemberian beban Simulasi Equivalent Elastic Strain dengan beban 10.000 N dengan ketebalan 20 mm , 22 mm dan 24 mm .



Gambar 4.10. Equivalent Elastic Strain dengan beban 10.000 N dan ketebalan braket 20 mm, 22 mm dan 24 mm

4.3.2 Hasil dari Equivalent Elastic Strain ketebalan 20

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm. akibat equivalent elastic strain dari hasil gambar 4.11 dibawah ini..



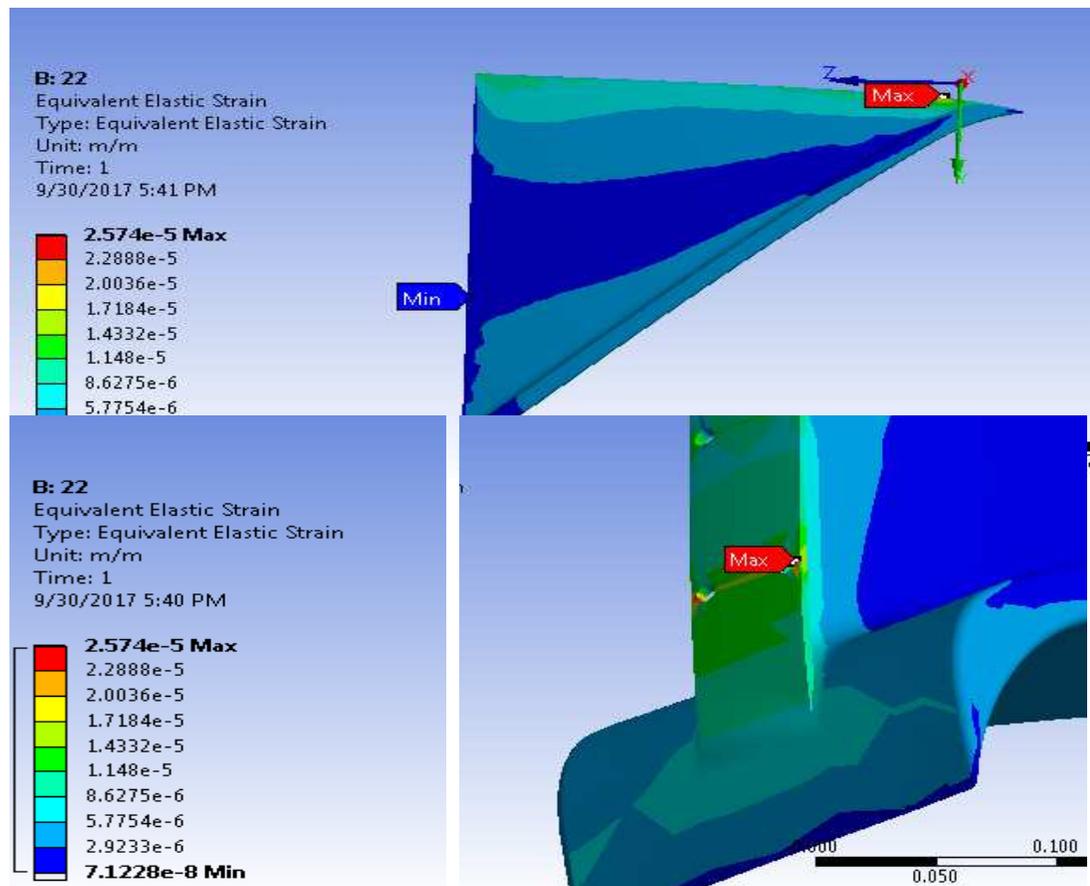
Gambar 4.11 Hasil dari simulasi dari Equivalent Elastic Strain 20mm

$$\tau_{\max} = 2.6855e-5$$

$$\tau_{\min} = 7.095e-8$$

4.3.3 Hasil dari gambar Equivalent Elastic Strain ketebalan 22

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 22 mm. akibat equivalent elastic strain dari hasil gambar 4.12 dibawah ini.



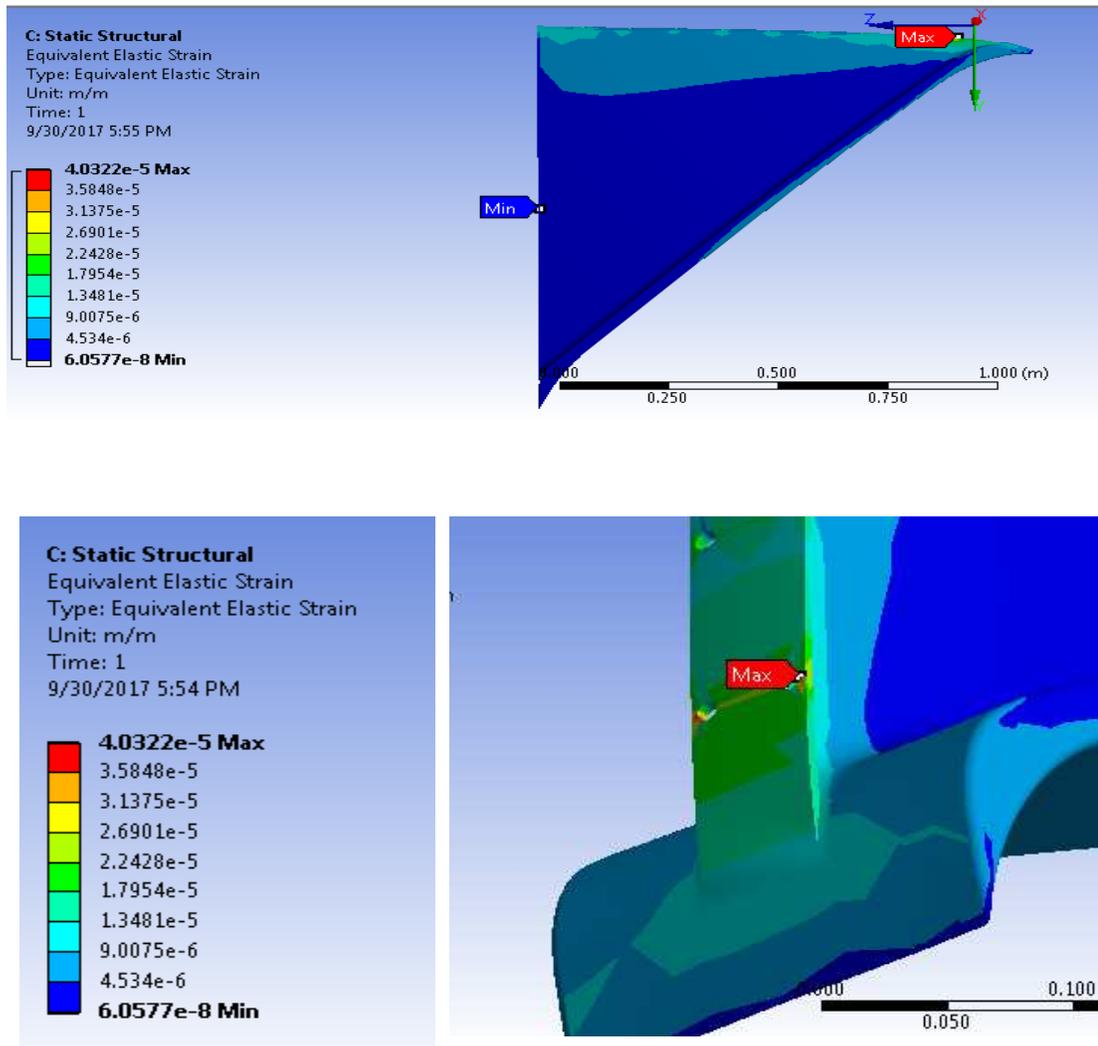
Gambar 4.12 Hasil dari simulasi dari Equivalent Elastic Strain 22mm

$$\tau_{\max} = 2.574e-5$$

$$\tau_{\min} = 7.1228e-8$$

4.3.4 Hasil dari gambar Equivalent Elastic Strain ketebalan 24

Hasil simulasi yang memperlihatkan pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 24 mm. akibat equivalent elastic strain dari hasil gambar 4.13 dibawah ini.

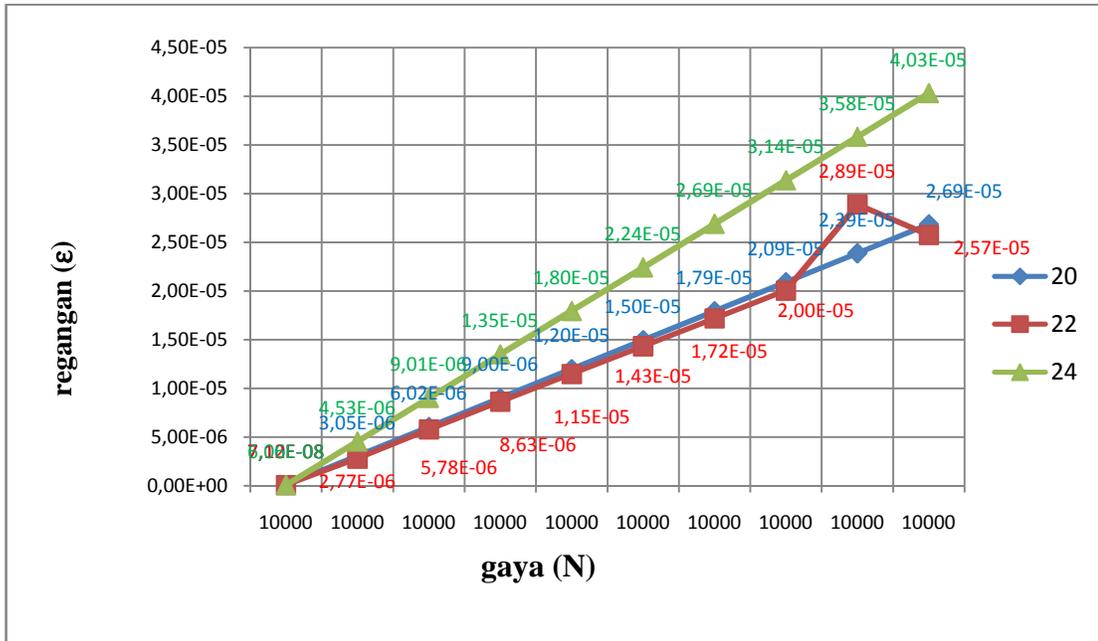


Gambar 4.13 Hasil dari simulasi dari Equivalent Elastic Strain 24mm.

$$\tau_{\max} = 4.0322e-5$$

$$\tau_{\min} = 6.0577e-8$$

4.3.5 Hasil grafik equivalent elastic strain dari simulasi ansys pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm,22 mm dan 24 mm



Gambar 4.14 grafik hasil equivalent elastic strain

Table 4.2 . Tabel perbandingan ketebalan equivalent elastic strain

| N | 20 | 22 | 24 |
|-------|----------|----------|----------|
| 10000 | 7.10E-08 | 7.12E-08 | 6.06E-08 |
| 10000 | 3.05E-06 | 2.77E-06 | 4.53E-06 |
| 10000 | 6.02E-06 | 5.78E-06 | 9.01E-06 |
| 10000 | 9.00E-06 | 8.63E-06 | 1.35E-05 |
| 10000 | 1.20E-05 | 1.15E-05 | 1.80E-05 |
| 10000 | 1.60E-05 | 1.43E-05 | 2.24E-05 |
| 10000 | 1.79E-05 | 1.73E-05 | 2.69E-05 |
| 10000 | 2.09E-05 | 2.00E-05 | 3.14E-05 |
| 10000 | 2.39E-05 | 2.29E-05 | 3.58E-05 |
| 10000 | 2.69E-05 | 2.57E-05 | 4.03E-05 |

Di jelaskan pada grafik yaitu dengan ketebalan 20,22,24 mm equivalent elastic strain yg di hasilkan dengan daya 10.000 N adalah.

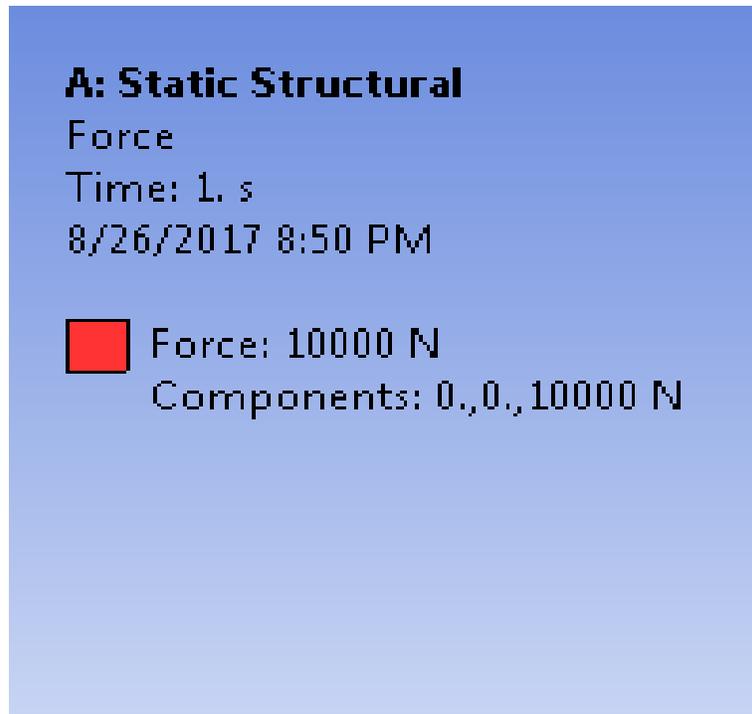
Pada ketebalan 20 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max regangan yaitu $2.6855e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $1.7927e-5$ dan warna biru mengalami regangan normal yaitu $7.0954e-8$

Pada ketebalan 22 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max regangan yaitu $2.574e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $1.7184e-5$ dan warna biru mengalami regangan normal yaitu $7.1228e-8$

Pada ketebalan 24 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max regangan yaitu $4.0322e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $2.6901e-5$ dan warna biru mengalami regangan normal yaitu $6.05773e-8$

4.4 Hasil simulasi Total Deformasi

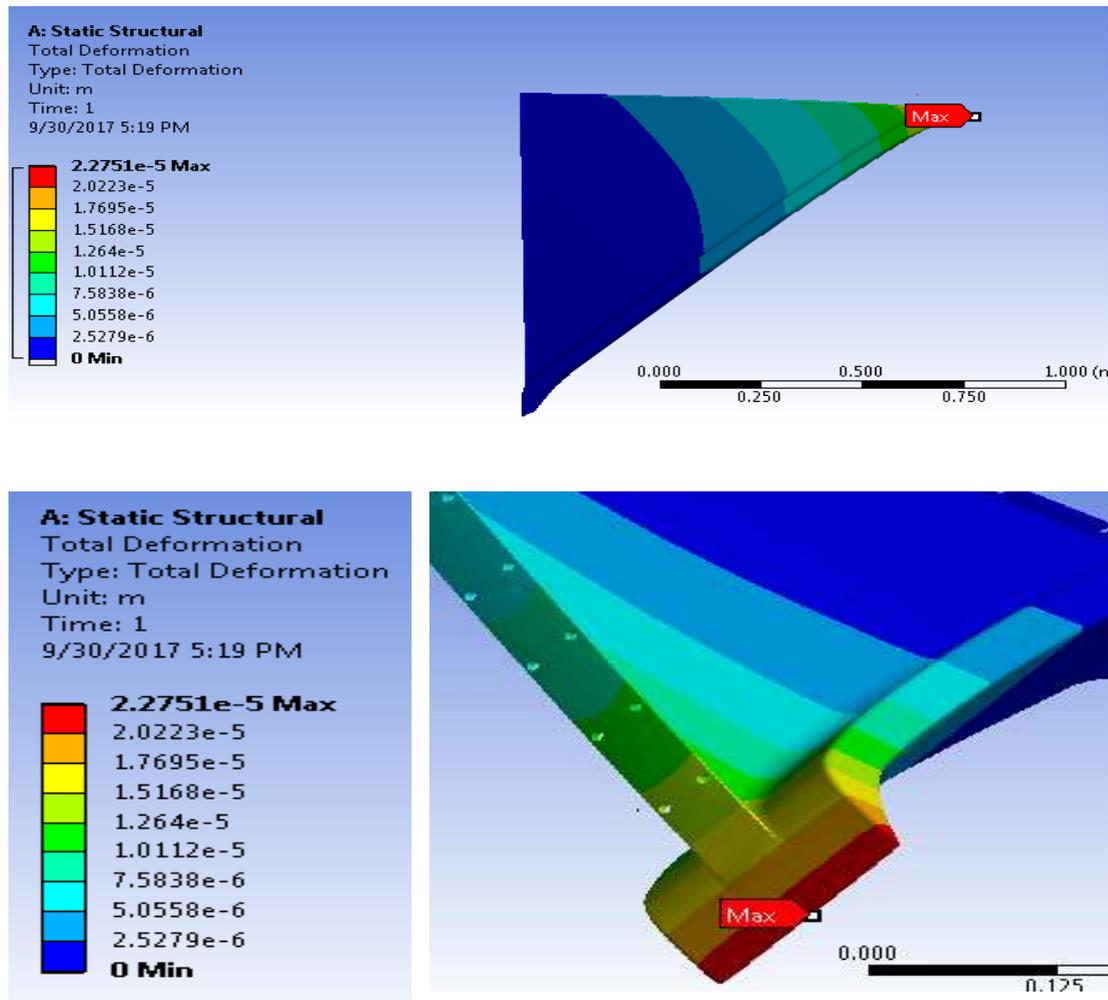
4.4.1 Hasil Pembahasan Simulasi Total Deformasi dengan beban 10.000 N dengan ketebalan 20 mm , 22 mm dan 24 mm .



Gambar 4.15. Total Deformasi dengan beban 10.000 N dan ketebalan braket 20 mm, 22 mm dan 24 mm

4.4.2 Hasil dari simulasi Total deformasi ketebalan 20mm

Hasil simulasi yang memperlihatkan simulasi pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm. akibat total deformation dari hasil gambar 4.16 dibawah ini.



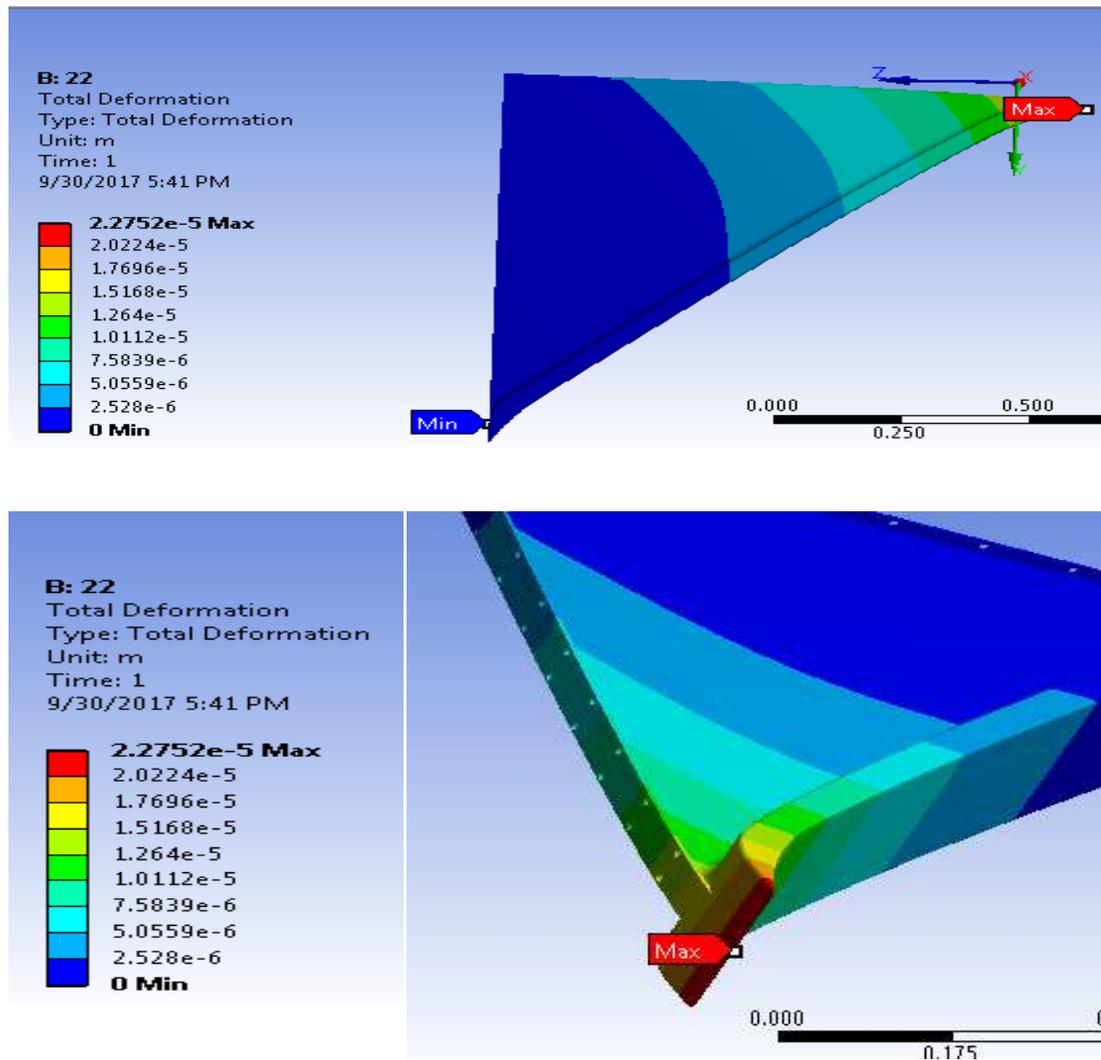
Gambar 4.16 Hasil dari simulasi dari Total deformasi 20mm

$$\tau_{\max} = 2.2751e-5$$

$$\tau_{\min} = 0$$

4.4.3 Hasil dari simulasi Total deformasi ketebalan 22

Hasil simulasi yang memperlihatkan simulasi pembebanan 10.000 N dengan ketebalaan 22 mm. akibat total deformasi dari hasil gambar 4.17 dibawah ini.



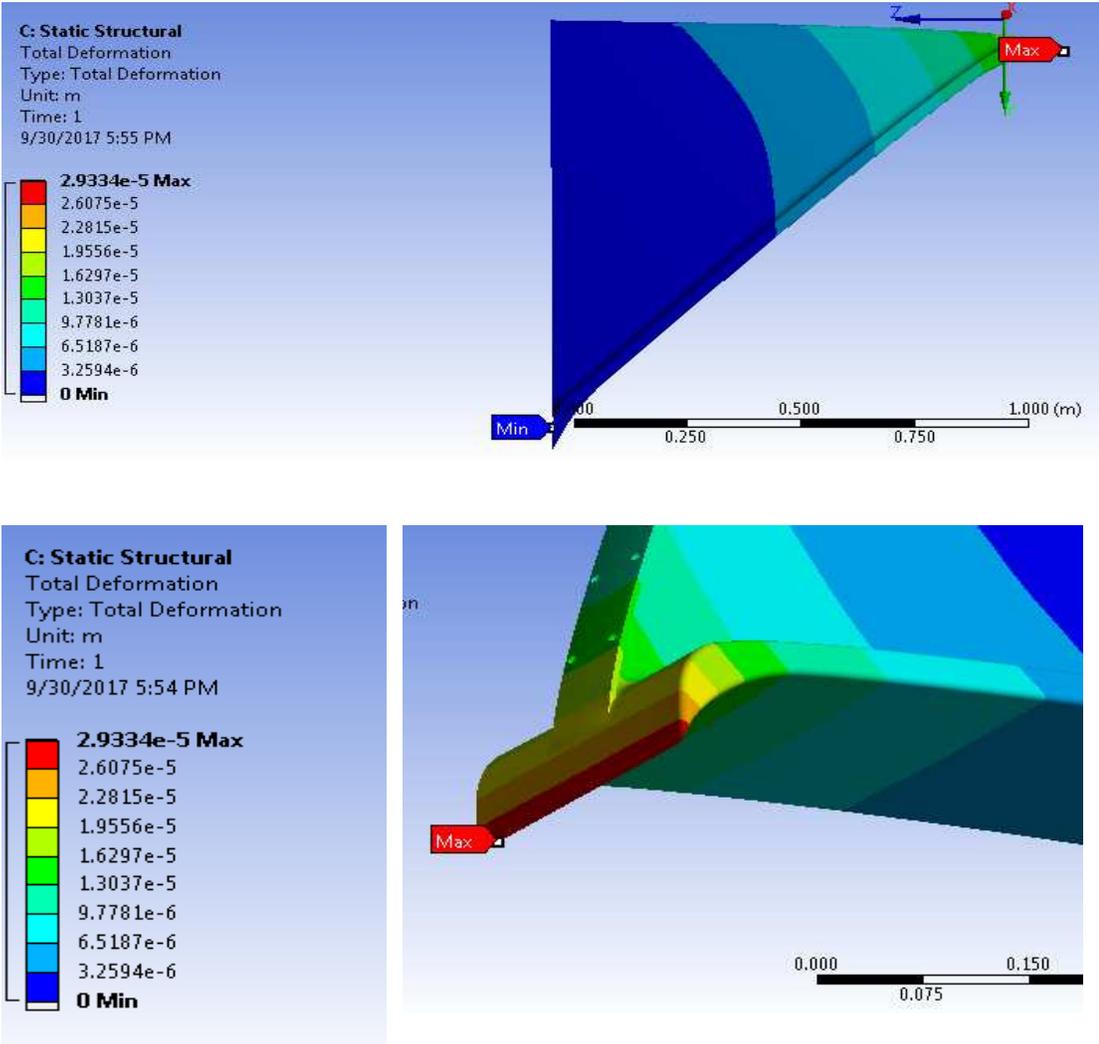
Gambar 4.17 Hasil dari simulasi dari Total deformasi 22mm

$$\tau_{\max} = 2.2752e-5$$

$$\tau_{\min} = 0$$

4.4.4 Hasil dari simulasi Total deformasi ketebalan 24

Hasil simulasi yang memperlihatkan simulasi pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 24 mm. akibat total deformasi dari hasil gambar 4.18 dibawah ini.

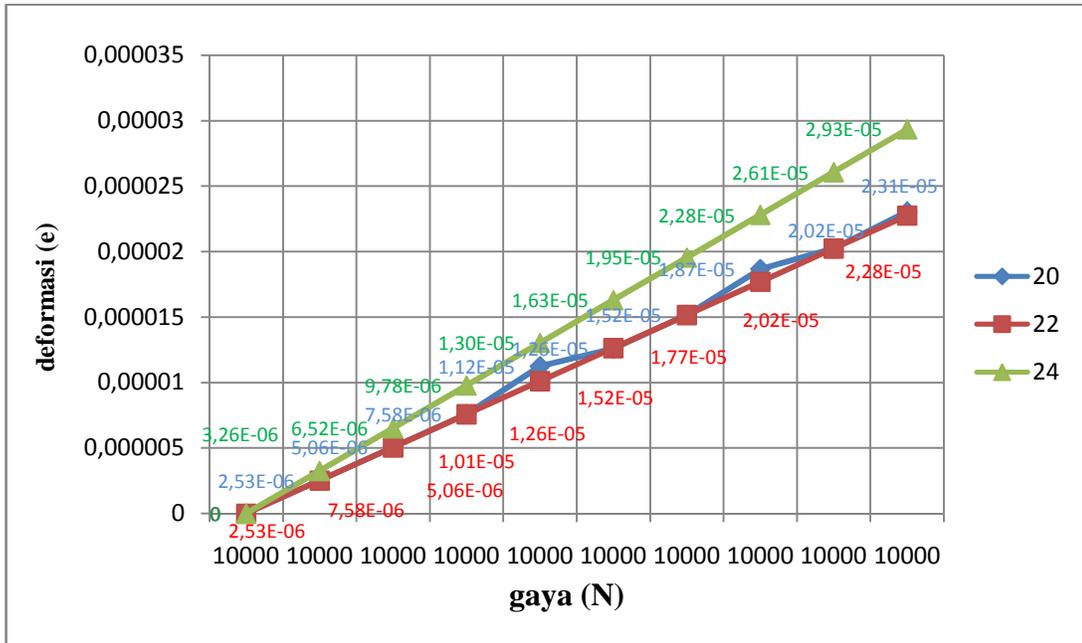


Gambar 4.18 Hasil dari simulasi dari Total deformasi 24mm

$$\tau_{\max} = 2.9334e-5$$

$$\tau_{\min} = 0$$

4.4.5 Hasil grafik total deformasi strain dari simulasi ansys pembebanan 10.000 N dengan ketebalan 20 mm,22 mm dan 24 mm



Gambar 4.19 grafik hasil total deformasi daya beban 10.000 N ketebalan braket 20 mm, 22 mm dan 24 mm

Table 4.3 . Tabel perbandingan ketebalan deformasi

| N | 20 | 22 | 24 |
|-------|----------|----------|----------|
| 10000 | 0 | 0 | 0 |
| 10000 | 2.53E-06 | 2.53E-06 | 3.26E-06 |
| 10000 | 5.06E-06 | 5.06E-06 | 6.52E-06 |
| 10000 | 7.58E-06 | 7.58E-06 | 9.78E-06 |
| 10000 | 1.01E-05 | 1.01E-05 | 1.30E-05 |
| 10000 | 1.26E-05 | 1.26E-05 | 1.63E-05 |
| 10000 | 1.52E-05 | 1.52E-05 | 1.95E-05 |
| 10000 | 1.77E-05 | 1.77E-05 | 2.28E-05 |
| 10000 | 2.02E-05 | 2.02E-05 | 2.61E-05 |
| 10000 | 2.28E-05 | 2.28E-05 | 2.93E-05 |

Di jelaskan pada grafik yaitu dengan ketebalan 20,22,24 mm deformasi yg di hasilkan dengan daya 10.000 N adalah.

Pada ketebalan 20 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max deformasi yaitu $2.751e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $1.7927e-5$ dan warna biru mengalami deformasi normal yaitu 0.

Pada ketebalan 22 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max regangan yaitu $2.275e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $1.568e-5$ dan warna biru mengalami deformasi normal yaitu 0.

Pada ketebalan 24 mm mengalami perubahan bentuk warna merah mengalami titik max deformasi yaitu $2.9334e-5$ pada pengujian tarik, warna kuning pada pengujian hampir mengalami titik maksimal yaitu $1.9556e-5$ dan warna biru mengalami deformasi normal yaitu 0.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian braket baja dengan ketebalan yang bervariasi ini didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dilihat dari hasil analisis terhadap total deformasi pada braket dengan ketebalan yang bervariasi maka hasil yang ditunjukkan berbeda – beda dengan di beri beban 10.000 N
2. Hasil dari daya equivalent stress dengan daya beban yg sama memiliki tegangan cukup besar terhadap beban paling besar terhadap ketebalan 24 mm
3. Dalam penelitian analisa numerik braket baja dengan ketebalan yang bervariasi terhadap tegangan max .Ketebalan 20 mm Daya 10.000 N adalah $4.617e6\text{N/mm}^2$ dan Ketebalan 22 mm Daya 10.000 N adalah $4.5262e6\text{ N/mm}^2$. dan Ketebalan 24 mm Daya 10.000 N adalah $7.7423e6\text{ N/mm}^2$ nomor 3 adalah tegangan yg paling besar ,simulasi melalui software *ansys workbenck*.

.2 Saran

1. Penulis menyarankan untuk mempelajari dalam menggunakan software catia dalam menggambar braket dan menganalisa software ansys dalam simulasinya.
2. Perlu dikaji ulang dalam meshing braket didalam *software ansys worcbenck*

DAFTAR PUSTAKA

- ANSYS, (2012). *User's Manual (Version 15.0)*, Canonsburg, PA, USA.
- K. N. Cho, W. I. Ha , C. D. Jang & S. J. kang.(1991) Ultimate Strength of Specially Reinforced Tubular Joint With Brackets. *Marine Structure*.Vol 4.hal.57-79.
- Prasun Jana .(2015) . Optimal design of uniaxially compressed perforated rectangular plate for maximum buckling load.*Thin-Walled Structures* ,Vol.4 ,hal 201-209.
- Roger T Fenner . (1975), Book *Finite Element Methods for Engineers*. Medicine London
- Sang Eui Lee , Anil Kumar Thayamballi , Jeom Kee Paik.(2015) Ultimate strength of steel brackets in ship structures . *Ocean Engineering* .Vol.101 . hal.182–200.
- Senthilnathan Subbiah, O.P. Singh , Srikanth K. Mohan, Arockia P. Jeyaraj. (2011) Effect of muffler mounting bracket designs on durability. *Engineering Failure Analysis*, Vol.18 hal. 1094–1107.
- Seung I Seong & Chang Do Jang .(1996) Deveopment of a Rigid-ended Beam Element For Analisys of Braketed Frame Structure. *Marine Structures* , Vol.9. hal.971-990.
- Yu-Gyeong Kim, Yung-Jin Jung, Hyun-Soo Kim, Hee-Jae Ahn.(2015) Design assessment of triangular support bracket for manufacturability. *Fusion Engineering and Design* ,Vol .8,hal 67-79.
- S. Lyakhovich ,M. Peddie , A. Sharapov.(2017) . Lifting a weak Poisson bracket to the algebra of forms. *Journal of Geometry and Physics* Vol.116 ,hal.330–344.
- Tae-Won Kim, Sang-Sub Lim, Ho-Hyun Seok and Chung-Gil Kang.(2013)Concurrentengineering solution for the design of ship and offshore bracket parts and fabrication process . *Int. J. Naval Archit. Ocean Eng.*.Vol 5,hal.376-391.
- Van Vlack, L, H, (1994). *Ilmu Dan Teknologi Bahan*, Edisi Ke Lima, Erlangga
Jakarta.
- Yin-Lan Shen , Johannes Schneider, Solomon Tesfamariam, Siegfried F. Stiemer, Zai-Gen Mua .(2013) Hysteresis behavior of bracket connection in cross-laminated-timber shear walls. *Construction and Building Materials* .Vol.48, hal.980–991.
- Yongyao Luo, Zhengwei Wang, Guodong Chen , Zujian Lin. (2009) Elimination of upper bracket resonance in extremely high head Francis hydro-generators. *Engineering Failure Analysis* ,Vol .16 ,hal.119–127 .

